

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**"PROBABLES CAUSAS Y SOLUCIONES DE LA FISURACIÓN  
DE LA ESTRUCTURA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA  
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS  
SAN MARTÍN - PIURA . 2019"**

**PRESENTADO POR:**

**Br. MIGUEL ÁNGEL CRUZ RUIZ**

**ASESOR:**

**M.Sc. Ing°. CARLOS JAVIER SILVA CASTILLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL : INGENIERÍA CÍVIL, ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS**

**PIURA - PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROBABLES CAUSAS Y SOLUCIONES DE LA FISURACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS SAN  
MARTIN - PIURA. 2019”**

**Presentada por:**

Br. Miguel Angel Cruz Ruiz

**Asesorado por:**

M.Sc. Ing. Carlos Javier Silva Castillo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Línea de Investigación Institucional:** Ingeniería civil, arquitectura y Urbanismo

**Sub Línea de Investigación:** Estructuras

Piura - Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



Yo: Miguel Angel Cruz Ruiz identificado con DNI N° 47031, en la condición de Egresado, de la Facultad de Ingeniería Civil, Egresado de Ingeniería Civil y domiciliado en Calle San José #350 - 9 de octubre, del Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura, con Celular: 935790016, Email: m.cruz@unpiura.edu.pe

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCI), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado por mí o por otra persona, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me someteré a las sanciones establecidas en el Art. N° 411, del Código Penal concordante con el Art. N° 32 de la Ley N° 27444 y la Ley del procedimiento

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROBABLES CAUSAS Y SOLUCIONES DE LA FISURACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS SAN MARTIN - PIURA. 2019”**

**Línea de Investigación Institucional: Ingeniería civil, arquitectura y urbanismo.**

**Sub Línea de Investigación: Estructuras**

**Br. Miguel Angel Cruz Ruiz**  
Ejecutor de Trabajo de Investigación

**MSc. Ing. Carlos Javier Silva Castillo**  
Asesor de Trabajo de Investigación

**DECLARACIÓN JURADA**  
**DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo: Miguel Angel Cruz Ruiz identificado con DNI N° 48047031, en la condición de Egresado, de la Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil y domiciliado en Calle San Jose #350 – 9 de octubre, del Distrito de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, con Celular: 935790016, Email: miguel\_9\_17@hotmail.com

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. N° 32 de la Ley N° 27444, y la Ley del procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura *19 de Julio* de 2019



  
.....  
DNI N° 48047031

**Artículo N° 411.-** El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción establecida por la ley, será reprimido con pena privativa de libertad, no menor de uno ni mayor de cuatro años.

**Art. 4.- Inciso 4.12** del Reglamento de Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

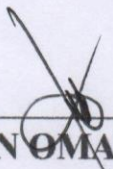


**“PROBABLES CAUSAS Y SOLUCIONES DE LA FISURACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS SAN MARTIN  
- PIURA. 2019”**

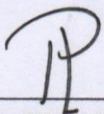
**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Línea de Investigación Institucional: Ingeniería civil, arquitectura y urbanismo.**

**Sub Línea de Investigación: Estructuras**

  
**Dr. Ing. EDWIN OMAR VENCES MARTÍNEZ**  
**PRESIDENTE**

  
**MSc. Ing. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ**  
**SECRETARIO**

  
**MSc. Ing. ROSARIO CHUMACERO CÓRDOVA**  
**VOCAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Dirección de la Unidad de Investigación  
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo



## ACTA DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Los miembros del jurado calificador del informe de investigación denominado "PROBABLES CAUSAS Y SOLUCIONES DE LA FISURACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS SAN MARTIN-PIURA. 2019", presentado por el bachiller MIGUEL ANGEL CRUZ RUIZ, participante del Programa de Actualización para Titulación Profesional en la Especialidad de Ingeniería Civil Versión XVII 2019, asesorado por el Mg.Ing. Carlos Javier Silva Castillo. Revisado y absueltas las observaciones formuladas por el jurado calificador, lo declaran:

Aprobado

Con la nota:

Dr.Ing. EDWIN OMAR VENCES MARTINEZ

16

Mg. Ing. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ


16

Mg. Ing. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA

16

Piura, 06 de agosto de 2019

  
Dr.Ing. EDWIN OMAR VENCES MARTINEZ  
PRESIDENTE-JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Ing. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ  
SECRETARIO-JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Ing. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA  
VOCAL-JURADO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Al todo Poderoso Dios, que gracias a nuestro señor creador he podido realizar mi trabajo quien me ha dado la fuerza y la fe.*

*A mis padres Eusebio Cruz Castillo y Rita Ramona Ruiz Mena que gracias a su apoyo seguí adelante para realizar mis metas para tener un futuro mejor en la vida.*

*A mis hermanos Yvan Cruz Ruiz, Veronica Cruz Ruiz y Eusebio Cruz Ruiz por sus consejos e inculcarme valores en la cual siempre estaré agradecido.*

*Y a todas las personas que confiaron que podía lograr este trabajo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres que gracias a sus consejos y de aliento que me han ayudado a crecer como persona, a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta.*

*A mis hermanos gracias a su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes.*

*A mi asesor Msc.Ing. Carlos Silva Castillo por el tiempo, dedicación y su apoyo que más que mi asesor lo considero un amigo.*

*A las primeras personas que me dieron la oportunidad de trabajar con ellos y confiaron en mí, en mi capacidad a la Msc.Ing. Lily Clara Chu Yong, Ing. Manuel Vera Beltran y al Msc.Ing. Carlos Silva Castillo.*



# INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRAC</b>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA</b>	4
1.1 Descripción de la realidad de la problemática	4
1.2 Justificación e importancia de la investigación	4
<b>1.3 Objetivos</b>	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
<b>1.4 Delimitación de la investigación</b>	5
1.4.1 Ubicación del proyecto	5
1.4.2 Topografía	6
1.4.3 Clima	7
1.4.4 Precipitaciones Pluviales	7
1.4.5 Geología de los Suelos	8
1.4.6 Condiciones de Sismicidad	8
1.4.7 Estructura poblacional	9
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	9
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	9
<b>2.1.1. Internacional</b>	9
2.1.1.1. Caracterización de fisuras en vigas de concreto reforzado con adición de fibras de polipropileno sometidas a flexión dinámica	9
<b>2.1.2. Nacional</b>	9
2.1.2.1 Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones	9
2.1.2.2. Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto	10
<b>2.2 Bases Teóricas</b>	10
<b>2.2.1 Fisuración</b>	10
<b>2.2.1.1 Tipos de Fisuras</b>	11
2.2.1.1.1 Fisuras debido a problemas del propio concreto	11
2.2.1.1.2 Fisuras por retracción plástica	11
2.2.1.1.3 Fisuras por retracción de secado	12
2.2.1.1.4 Fisuras por cambios de esfuerzo por variaciones de temperatura	12

2.2.1.1.5 Fisuras por corrosión de la armadura	13
2.2.1.1.6 Fisuras por prácticas constructivas inadecuadas	13
2.2.1.1.7 Sobrecargas durante la construcción	14
2.2.1.1.8 Fisuras por solicitaciones externas	14
2.2.1.1.8.1 Fisuras por flexión	14
2.2.1.1.8.2 Fisuras por cortante	15
2.2.1.1.8.3 Fisuras de punzonamiento	16
2.2.1.1.8.4 Fisuras de compresión	16
2.2.1.1.8.5 Fisuras de torsión	17
2.2.1.1.8.6 Fisuras por mala disposición de la armadura	17
2.2.1.1.8.7 Fisuras por exceso de deformación	18
2.2.1.1.8.8 Fisuras por asientos excesivos	19
<b>2.2.2 Evaluación de la fisuración</b>	20
2.2.2.1 Determinación de la ubicación y magnitud de la fisuración del concreto	20
2.2.2.1.1 Observación directa e indirecta	20
2.2.2.1.2 Ensayos no destructivos	22
2.2.2.1.3 Revisión de planos y datos constructivos	23
<b>2.2.3 Soluciones de reparación de fisuras</b>	23
2.2.3.1 Inyección de resinas epoxi	23
2.2.3.2 Perfilado y sellado	24
2.2.3.3 Costura de fisuras	24
2.2.3.4 Armadura adicional	25
2.2.3.4.1 Armadura convencional	25
2.2.3.4.2 Acero de pretensado	26
2.2.3.5 Perforación y obturación	26
2.2.3.6 Llenado por gravedad	27
2.2.3.7 Llenado con mortero	27
2.2.3.7.1 Llenado con mortero de cemento portland	27
2.2.3.7.2 Llenado con mortero químico	28
2.2.3.8 Colocación de mortero como mezcla seca	28
2.2.3.9 Autocurado	28
<b>2.3 Glosario de términos básicos</b>	28
<b>2.4 Hipótesis</b>	29
<b>III. MARCO METODOLÓGICO</b>	29
<b>3.1 Enfoque</b>	29
<b>3.2 Sujetos de la investigación</b>	30



3.2.1 La estructura de concreto armado Pretratamiento	30
3.2.1.1 Estructura de llegada o cámara de reunión y canal de aproximación	30
3.2.1.2 Replanteo y empalme de líneas de impulsión que ingresan a la PTAR	
San Martin	30
3.2.1.3 Reja manual	31
3.2.1.4 Rejas medias mecánicas	32
3.2.1.5 Desarenador	33
3.2.1.6 Cámara de bombeo para retorno del drenaje del clasificador de arenas	34
3.2.1.7 Medidor canaleta Parshall	34
3.2.1.8 Caja de distribución del flujo a lagunas anaerobias	35
3.2.2 Las fisuras en la estructura de Pretratamiento	36
3.2.2.1 Tolerancias de fisuras en las estructuras de concreto	37
<b>3.3 Métodos y procedimientos</b>	38
<b>3.3.1 Evaluación</b>	38
3.3.1.1 Recopilación de información cualitativa	39
3.3.1.2 Inspección IN SITU	39
3.3.1.3 Diagnóstico	43
<b>3.3.2 Procedimiento de reparación</b>	43
<b>3.3.2.1 Perfilado y sellado</b>	43
3.3.2.1.1 Identificación de las fisuras	43
3.3.2.1.2 Perfilado	43
3.3.2.1.3 Limpieza	45
3.3.2.1.4 Preparación	45
3.3.2.1.4.1 Preparación de resina epoxi	45
3.3.2.1.4.2 Preparación de mortero reparador	45
3.3.2.1.4.3 Preparación de mortero reparador	45
3.3.2.1.4.4 Preparación del curador	46
3.3.2.1.4.5 Preparación del revestido epóxico	46
3.3.2.1.5 Aplicación	46
<b>3.4 Técnicas e instrumentos</b>	50
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	51
<b>4.1 Resultados</b>	51
<b>4.2 Discusión</b>	51
<b>CONCLUSIONES</b>	51
<b>RECOMENDACIONES</b>	52
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	52

## INDICE TABLAS

Table N°1: Perímetro del terreno propiedad de EPS Grau Para PTAR San Martín	5
Tabla N°2: Intensidades del fenómeno del niño	7
Tabla N°3: Población servida y déficit actual y futuro de la PTAR San Martín	9
Tabla n°4: Diámetros de tuberías de distribución a lagunas anaerobia	35
Tabla 4.1: Guía para anchos razonables de fisuras en el concreto armado bajo cargas de servicio	38

## INDICE FIGURAS

Figura N°1: Ubicación del proyecto	6
Figura N°2: Ubicación del proyecto actualmente	6
Figura N°3: Zona sísmica 4 del proyecto	8
Figura N°4: Cronología de las fisuras en el concreto	11
Figura n°5: Retracción plástica	12
Figura n°6: Inicia en la fibra inferior	14
Figura n°7: Continúa casi en vertical	14
Figura n°8: Se incurva al llegar a la fibra	14
Figura n°9: Fisuras de ficción simple	15
Figura n°10: Vigas pared	15
Figura n°11: Fisuración por flexión	15
Figura n°12: Se inicia en el alma a 45° aprox.	15
Figura n°13: Continúa hacia la armadura	15
Figura n°14: Corte de viga en dos	15
Figura n°15: Losas reticulares	16
Figura n°16: Unión viga-columnas	16
Figura. N°17: Fisuras de compresión en columnas	16
Figura n°18: Fisuración por cortante	17
Figura n°19: Fisuración por torsión	17
Figura n°20: Fisuras por torsión peligrosas	17
Figura n°21: Mala disposición de los estribos	18
Figura n°22: Desplazamiento del acero	18
Figura n°23: Fisuras en tabiques	18
Figura n°24: Deformación en vigas por gravedad	19
Figura N°25: Asentamientos de la estructura	19
Figura n°26: Comparador para medir los anchos de las fisuras	21
Figura n°27: Monitor de fisuras	21



Figura n°28: Indicador de fisuras	22
Figura n°29: Pacómetro	23
Figura n°30: Señal de oscilación del ensayo de ultrasonido	23
Figura n°31: Reparación de una fisura mediante perfilado y sellado	24
Figura n°32: Costura de fisuras	25
Figura n°33: Inserción de acero con resina epoxi	25
Figura n°34: Anclado de cables pretensado	26
Figura n°35: Perforación y obturación	27
Figura n°36: Líneas de distribución a lagunas anaerobias	35
Figura n°37: Prueba de estanqueidad	36
Figura n°38: Presencia de filtración en la estructura	37
Figura n°39: Design of concrete structures for retaining aqueous liquids	38
Figura N°40: Fisura área exterior debajo de cámara de reunión	39
Figura N°41: Fisura área exterior del Parshall lado izquierdo	40
Figura N°42: Fisura área exterior del Parshall lado derecho	40
Figura N°43: Fisura área exterior debajo del Parshall	41
Figura N°44: Fisura área exterior del Desarenador lado izquierdo	41
Figura N°45: Fisura área exterior debajo del Desarenador	42
Figura N°46: Fisura área exterior debajo de cámara de distribución	42
Figura n°47: Fondo del Desarenador	43
Figura n°48: Fondo inclinado del Desarenador lado derecho	44
Figura n°49: Fondo inclinado del Desarenador lado izquierdo	44
Figura n°50: Reparación área interior del muro desarenador (a, b, c, d, e, f)	47

## **INDICE ANEXOS**

ANEXO 01: Planos Estructurales	54
ANEXO 02: Procedimiento para pruebas de estanqueidad	62
ANEXO 03: Ficha técnica Sikadur-32	64
ANEXO 04: Ficha técnica Sika Rep-500	67
ANEXO 05: Ficha técnica Sika Grout-212	70
ANEXO 06: Ficha técnica SikaCem curador	74
ANEXO 07: Ficha técnica CHEMALKACID	77

## **RESUMEN**

La fisuración en las estructuras es muy común ya que el concreto tiene como origen la naturaleza del material, el cual se fabrica y se coloca en estado plástico fluido con un contenido de agua del 20% en promedio de la masa del concreto, donde parte de esa agua se consume en la hidratación del cemento y otra parte se debe evaporar produciendo una contracción de volumen el cual, al estar parcialmente restringida por las condiciones de bordo(encofrados y otros apoyos) produce fisuras en el material.(Torrealva, 2018)

En este trabajo se estudió la estructura de Pretratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas San Martín en el departamento de Piura, donde se presentó la anomalía en el concreto como son las fisuras.

Se efectuó una inspección minuciosa teniendo la finalidad de identificar las fisuras en la Pretratamiento donde se procedió a marcar para su posterior reparación.

El procedimiento de reparación de dicha anomalía se aplicó adherentes como la resina epóxica como es el Sikadur-32, los morteros reparadores Sika Rep-500 y Sika Grout-212 que se propusieron como las mejores opciones para reparar dichas fisuras.

Finalmente se realizaron todas las pruebas de estanqueidad en la estructura de Pretratamiento para demostrar que los métodos de reparación del concreto que se aplicaron solucionaban dichas fisuras que se encontraron en la estructura.

Palabras claves: Fisura, resina epóxica, mortero, Pretratamiento, aguas residuales.



## **ABSTRAC**

Cracking in the structures is very common since the concrete this has its origin in the nature of the material, which is manufactured and placed in a fluid plastic state with a water content of 20% on average of the mass of the concrete where part of that water is consumed in the hydration of cement and another part must evaporate producing a contraction of volume which, being partially restricted by the conditions of board (formwork and other supports) produces cracks in the material. (Torrealva, 2018)

In this work, the pretreatment structure of the San Martin domestic wastewater treatment plant was studied in the department of Piura, where the anomaly in concrete such as fissures was presented. A thorough inspection was carried out in order to identify the cracks in the Pretreatment where it was marked for subsequent repair.

The repair procedure of this anomaly was applied adherents such as the epoxy resin such as Sikadur-32, Sika Rep-500 and Sika Grout-212 repair mortars that were proposed as the best options to repair these fissures.

Finally, all the tightness tests were carried out in the Pretreatment structure to demonstrate that the concrete repair methods that were applied solved the cracks that were found in the structure.

**Keywords:** Fissure, epoxy resin, mortar, Pretreatment, wastewater.

## INTRODUCCIÓN

Según estadísticas realizadas en otros países, la anomalía más común en estructuras de concreto es la aparición de fisuras en la superficie de los elementos, las causas que se presentan en el concreto en estado plástico y estado endurecido hacen que sea un material en el cual la aparición de fisuras es más la norma, que la excepción. (Torrealva, 2018)

En este sentido, el Perú no se diferencia de los otros países ya que, por la frecuencia de problemas en estructuras nuevas y existentes, es altamente probable que las fisuras, ocupen también el primer lugar entre las anomalías que se presentan en elementos de concreto. (Torrealva, 2018,p.5)

Las fisuras del concreto son atribuibles a numerosas causas, (...) pueden solo afectar la apariencia de una estructura, pero también pueden indicar fallas estructurales significativas o falta de durabilidad.

Las fisuras representan la totalidad del daño, pero también pueden señalar problemas de mayor magnitud. (Instituto Americano del Concreto 224 [ACI 224], 1993, p.2)

En esta investigación se determinó las probables causas y soluciones de las fisuras que presenta la estructura del pretratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas San Martin de la ciudad de Piura, basados en la información de la ciencia relacionada a este tema.

El objetivo es realizar la evaluación, diagnóstico de las fisuras e indicar técnicas y procedimientos de reparación, sin ser limitantes, que sirvan de referencia para una intervención de reparación para otras estructuras similares.

En el capítulo I se da a conocer el problema de las fisuras en el concreto en nuestra realidad, y que debe ser un tema de estudio, ya que esta anomalía siempre ocurre en las estructuras.

En el capítulo II nos indica causas de la fisuración, evaluación y las soluciones de reparación que se deben aplicar cuando ocurra dicha anomalía(fisuras).

En el capítulo III nos da a saber la posible solución, los materiales y el procedimientos que se aplicaron para esta anomalía en la estructura de concreto armado la Pretratamiento.

En el capítulo IV trata de los resultados de la solución dada para la reparación de las fisuras, si la solución logro su objetivo, si fue la mejor solución y recomendaciones para mejorar el procedimiento de reparación a las fisuras de la estructura Pretratamiento.

# **I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1 Descripción de la realidad de la problemática**

El concreto en el mundo es un material muy bueno para soportar esfuerzos de compresión, pero no muy bueno cuando se les somete a fuerzas de tensión.

Se sabe que su resistencia a fuerzas de tensión es aproximadamente una décima parte de su resistencia a fuerzas de compresión. Es por ello que es altamente probable que las fisuras ocupen el primer lugar entre las anomalías que se presentan en elementos de concreto (Sika, 2019).

“En el Perú la situación es tanto más aguda desde lo general, los usuarios asocian la aparición de fisuras con un comportamiento inadecuado de las estructuras”(Torrealva, 2018).

En el concreto las fisuras se deben reparar si éstas reducen la resistencia, rigidez o durabilidad, a niveles inaceptables, o si la función de la estructura resulta seriamente perjudicada.

En algunos casos, como el de las fisuras en estructuras para contención de agua, la función de la estructura determinará la necesidad de realizar reparaciones, aun cuando la resistencia, rigidez o apariencia no estén significativamente afectadas. (Instituto Americano del Concreto 224 [ACI 224], 1993, p.10)

Es pues necesario una campaña de educación sobre este tema que pasa por conocer los diferentes mecanismos que pueden producir fisuras en el concreto y diferenciar cuáles de ellos tienen un efecto solo en la estética de la superficie y cuáles pueden conducir a un deterioro en la resistencia, rigidez o durabilidad del elemento y por tanto a una afectación a la estructura en su conjunto. (Torrealva, 2018)

En el proyecto ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas San Martín que está ubicado en la ciudad de Piura, una de las estructuras más importantes del proyecto de concreto armado la Pretratamiento tiene la anomalía de las fisuras en el concreto, que si no se repara la estructura, no podría estar en funcionamiento toda la planta.

¿El estudio de las causas de la fisuración en el concreto nos podrá brindar soluciones a la fisuración de la estructura de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas San Martín – Piura?

## **1.2 Justificación e importancia de la investigación**

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados, el cual ha demostrado tener una gran durabilidad, sin embargo presenta susceptibilidad a las fisuras, debido por malos procesos constructivos, por contracción plástica, asentamientos plásticos, contracciones por secado, variaciones de temperatura, reacciones químicas, corrosión de acero de refuerzo, esfuerzos más allá del límite, por el propio concreto, por mala disposición de la armadura, por asentamientos excesivos, desagregaciones o por mal curado, las fisuras pueden hacer que la estructura de concreto armado pierda sus propiedades estructurales y su durabilidad disminuya (Torrealva, 2018), (Montejo et al., 2013).

Por ello, la investigación presenta probables soluciones para la fisuración de la estructura de concreto armado la Pretratamiento, y de esta manera proponer acertadas reparaciones, para que no pierda sus propiedades estructurales ni su durabilidad.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Determinar las probables causas y soluciones de la fisuración en la estructura de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas San Martín - Piura.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Estudiar las razones por las que el concreto se fisura.
- Investigar las probables causas por la que la estructura de pretratamiento se fisura.
- Proponer alternativas y soluciones a las fisuras.
- Ensayar una de las soluciones en la estructura.

### 1.4 Delimitación de la investigación

#### 1.4.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el departamento de Piura, provincia de Piura, específicamente en zona sur oeste del distrito de Piura (fig. n°1 y fig. n°2), posicionada en el código de ubigeo 200101-0001, coordenadas UTM: Este 536345, Norte 9424565, altitud promedio de 28.5 m.s.n.m; latitud Sur de 5° 12'31" y longitud oeste de 80°40'28".

El ámbito de intervención de las obras que corresponden al área donde se construirá la PTAR San Martín que en un 80% es propiedad de la EPS GRAU, cuyas coordenadas se presenta en la siguiente tabla N°1.

Table N°1: Perímetro del terreno propiedad de EPS Grau Para PTAR San Martín

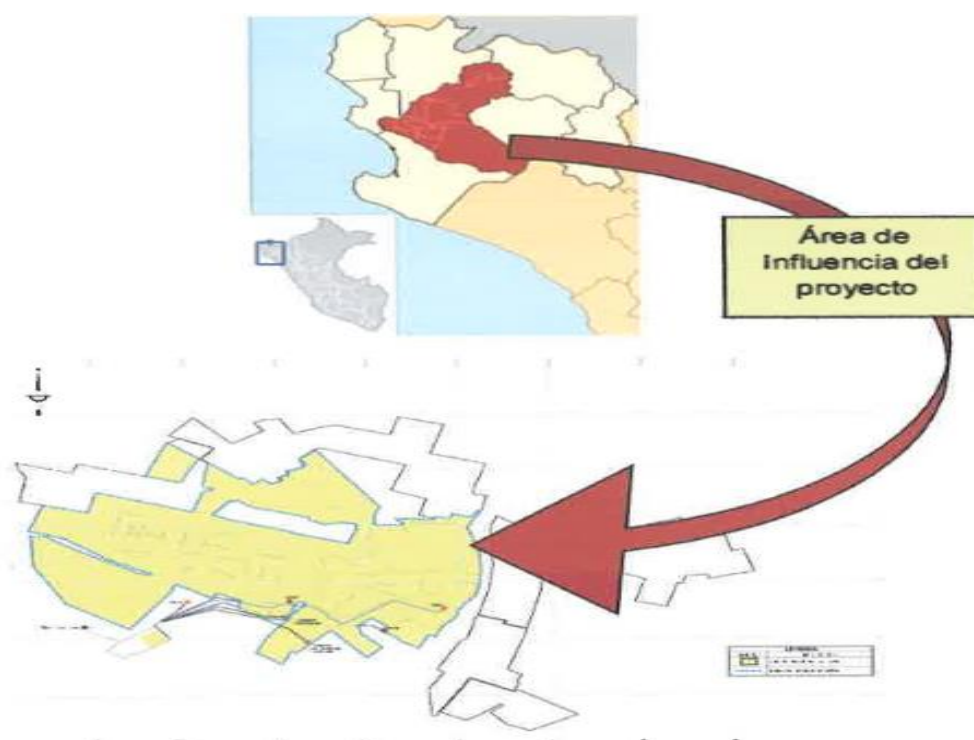
Puntos	Norte	Este	Puntos	Norte	Este	Puntos	Norte	Este
1	9424392.6	536600.7	6	9423969.0	535907.1	11	9424349.6	535766.8
2	9423998.4	536022.2	7	9423951.7	535892.6	12	9424338.6	535790.4
3	9424047.6	535988.7	8	9423914.6	535867.2	13	9424359.5	535776.1
4	9424023.4	535960.5	9	9423894.9	535856.3	14	9424753.7	536354.6
5	9423997.0	535933.0	10	9424097.7	535562.8			

Fuente: EPS Grau, Datum WGS 84

Con 39.69 hectáreas propiedad de la EPS, disponibles para la construcción de la nueva PTAR San Martín, el proyecto del nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales requiere un área adicional aproximadamente 10 hectáreas para completar las instalaciones del sistema. (Programa Nacional de Saneamiento urbano [PNSU], 2013, p.11).



*Figura N°1: “Ubicación del proyecto” (PNSU,2013, p.13).*



*Figura N°2: “Ubicación del proyecto actualmente” (Google maps,2019).*



#### **1.4.2 Topografía**

En el ámbito del proyecto presenta terrenos de pendiente suave y poco variada, con escasas elevaciones y depresiones. Se ubica en la planicie costera del litoral marino con presencia de grandes mantos de arena, los que se desplazan por acción de vientos.

Se encuentran algunos valles formados por el río Piura, que atraviesa la cuenca en su parte media.

La ciudad es muy plana la pendiente promedio del río Piura que cruza la ciudad es de 4 por diez mil (norte-sur) y la pendiente perpendicular al río es de 2 por diez mil (este-oeste) y terreno baja suavemente de los ríos hacia el mar.

La zona de emplazamiento del ámbito de la PTAR es predominantemente plana, con variaciones de nivel zonificado por terrenos de rellenos y canales de tierra. (PNSU, 2013, p.14)

### 1.4.3 Clima

La ubicación del proyecto en la costa Nor-occidental del Perú por su latitud, presenta un clima cálido y húmedo.

La temperatura a lo largo del año presenta marcada variabilidad debido a las estaciones de verano e invierno.

En verano la temperatura media mensual es de 27.3°C y en invierno es de 21° C.

Durante los meses de enero y febrero se presenta la humedad relativa más baja con un valor de aproximadamente el 66.9%; mientras que la humedad más alta se presenta en el mes de junio con un valor del 74.3%. (PNSU, 2013, p.14)

### 1.4.4 Precipitaciones Pluviales

La época de las lluvias inicia en el mes de enero y la estación seca en abril.

En marzo se presenta la mayor precipitación, con un promedio de 35.4 mm aproximadamente.

Todos los años el Anticiclón del Pacífico, vientos divergentes de alta presión que originan la corriente Marina del Pacífico Sur, se desplazan en invierno hacia el norte y en verano hacia el Sur en aproximadamente 5°.

Cuando los vientos del Anticiclón ceden en intensidad, un avance de aguas superficiales cálidas tropicales hacia el Sur, genera la conocida Corriente “El Niño”, que ocasiona calentamiento moderado en el mar y baja atmósfera en el extremo norte del país.

Este fenómeno se ha podido observar en Perú en forma intensa (tabla n°2), habiendo sido catastrófico.

Tabla N°2: Intensidades del fenómeno del niño

Año	Intensidad	Incremento de la temperatura del mar °C
1932-33	Fuerte	6
1940-41	Fuerte	6
1953	Moderado	2
1957-58	Fuerte	6
1964-65	Moderado	2
1972-73	Fuerte	6
1982-83	Muy Fuerte	7.5
1986-87	Moderado	2
1992	Moderado	3
1997-98	Muy fuerte	7.5

Cabe notar la vulnerabilidad del emplazamiento físico del PTAR San Martín ya que se encuentra en una zona susceptible a ser afectada por el fenómeno del Niño, donde se presentan meses de con grandes descargas de agua debido al aumento considerable de las precipitaciones. (PNSU,2013, p.15)

#### 1.4.5 Geología de los Suelos

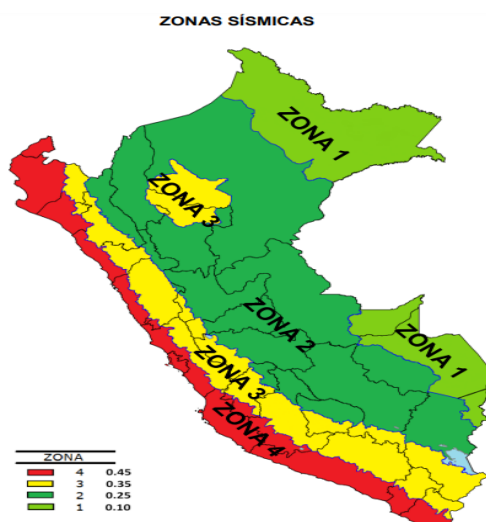
Geológicamente el área del proyecto pertenece al extremo Sur de la cuenca de Sechura, la plataforma sedimentaria situada en la Cordillera Occidental al Este y los Cerros de Amotape al Oeste. (...) también de manera constante en el tiempo, se desarrollan procesos de erosión y disposición eólica de arenas. (...) los fenómenos de licuefacción de arenas y de amplificación de ondas sísmicas, se pueden presentar en casi toda el área de emplazamiento de las obras de las lagunas San Martín, algunas cámaras de bombeo de aguas residuales debido a que el suelo predominante está constituido por arenas finas y medias mal gradadas, por arenas limosas (SUCS SP Y SM) poco compactadas y por la existencia de muchas depresiones de diversa magnitud, que conforman microcuencas donde se acumulan aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, que luego pueden producir acelerada infiltración.

En la misma ciudad de Piura, los suelos están constituidos por terrenos de suelos cuaternarios, depósitos de aluviales no consolidados, conformados principalmente por arenas poco gradadas y arenas limosas (SUCS SP y SM) y en menor proporción cantos rodados en matriz areno limosa y arenas arcillosas (GW y SC). (PNSU,2013, p.15)

#### 1.4.6 Condiciones de Sismicidad

De acuerdo a los valores de sismicidad que son reportadas según el reglamento nacional de edificaciones, la ciudad de Piura se encuentra en la Zona 4 (fig. n°3), correspondiente a la probabilidad de sismicidad alta. Esta condición debe ser tomada en cuenta como parte de las acciones de prevención por vulnerabilidad en el proyecto. Las condiciones de estratos licuables en suelos del proyecto condicionan la necesidad de agenciar medidas preventivas en ese sentido. (PNSU,2013, p.16)

*Figura N°3: “Zona sísmica 4 del proyecto” (Reglamento Nacional de Edificaciones E.030, [RNE E.030],2016, p.3).*



### 1.4.7 Estructura poblacional

La población actual y futura de la proyección de las instalaciones de la PTAR, así como el déficit correspondiente se encuentra resumida en el tabla N°3, el cual presenta la población servida y el déficit existente. (PNSU,2013, p.13)

Tabla N°3: Población servida y déficit actual y futuro de la PTAR San Martin

Año	Población (habitantes)	Oferta $Q_{prom}$ (l/s)	Demanda $Q_{prom}$ (l/s)	Déficit (l/s)
2013	189220	100	342.4	-242.4
Final (2035)	361029	100	692.01	-592.01

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Internacional

##### 2.1.1.1. Caracterización de fisuras en vigas de concreto reforzado con adición de fibras de polipropileno sometidas a flexión dinámica

En esta investigación al concreto se le adicionó microfibras de polipropileno, la cual disminuyó la velocidad de propagación de las fisuras en un 26% para una adición  $1.8 \text{ kg/m}^3$ , un 39% para una adición de  $3.8 \text{ kg/m}^3$  y 13% para una adición de  $5.8 \text{ kg/m}^3$ , para la velocidad máxima de propagación de fisura generada por la carga 4500 kg-f en el ensayo dinámico.

Teniendo en cuenta la disipación de energía, la velocidad de propagación de las fisuras, el desgaste longitudinal, la deformación máxima, el área de afectación y el control de esfuerzos en el rango elástico, se obtuvo el mejor comportamiento en las vigas en las cuales se les adicionó las Microfibras en dosificaciones de  $1.8 \text{ kg/m}^3$  y  $3.8 \text{ kg/m}^3$ .

Adicionalmente, se observó los resultados de resistencia a compresión del concreto, con la dosificación de  $1.8 \text{ kg/m}^3$ , presento una mejora en la capacidad de resistencia a la compresión, en comparación con los otros porcentajes de dosificación. (De los Ángeles y Gutierrez,2011).

#### 2.1.2. Nacional

##### 2.1.2.1 Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones

En la presente investigación se analizó los agentes de deterioro que afectan al concreto generando fisuración, se determinaron las causas de las mismas y las limitaciones de abertura. Asimismo, se conoció las técnicas de reparación más sostenibles para reparar la fisuración en base a epoxis, poliuretanos, crílicos, siliconas, entre otros componentes, prolongando la vida útil y optimizando el adecuado funcionamiento de las construcciones.



Adicionalmente se desarrolla el estudio del caso en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), capital de Argentina y se compara con Lima, capital de Perú; para tal fin, se realizó una recolección de la información de las construcciones existentes, denuncias interpuestas ante las autoridades competentes, y consultas de diversos usuarios hacia una empresa proveedora que brinda soluciones constructivas de sellado de las fisuras. (Quispe,2018)

### **2.1.2.2. Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto**

En esta investigación se empleó fibras de polipropileno en las mezclas de concreto, lo cual modifico su consistencia a través del asentamiento con el cono de Abrams, existe una reducción del 10% con la dosis mínima (del orden de 400 g/m<sup>3</sup>) para ambos tamaños de fibra, en tanto la reducción máxima es del 40% (de 2") y 45% (de 2'") con la dosis mayor (del orden de 1500 g/m<sup>3</sup>) para 19 mm y 50 mm de tamaño de fibra respectivamente. Esto hace que influya en la trabajabilidad del concreto al momento de su colocación.

De acuerdo con la exudación del concreto está ligada con el problema de la fisuración, por retracción plástica, en efecto, el empleo de fibras de polipropileno de 19mm de tamaño en las mezclas de concreto reduce hasta un 50.3% del volumen de agua exudada respecto a la mezcla patrón, mientras las fibras de 50 mm de tamaño reducen hasta un 58.1% del volumen de agua exudada respecto a la mezcla patrón.

Estas reducciones hacen que el concreto retenga más agua y por ende el concreto logre hidratarse de manera uniforme, también, que la retracción en el estado plástico sea menor ya que la retracción en este estado, depende fundamentalmente de la pérdida de agua por evaporación con respecto al contenido inicial de agua del concreto.

Al incorporar fibras de polipropileno en la mezcla de concreto en las diferentes dosis genera un ligero incremento, no significativo, en la resistencia a la compresión entre el 1% al 10%, a los 7, 28 y 45 días con respecto a la mezcla patrón. Y se verifico que aplicando la dosis de 900 g/m<sup>3</sup> de fibra, tiene mejor respuesta en esta propiedad, puesto que a los 7, 28 y 45 días se comporta de manera favorable. (Valero,2015)

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Fisuración**

La fisura se inicia cuando el esfuerzo de tracción actuante en una zona del elemento es mayor que el esfuerzo de tracción que resiste el material en esa misma zona.

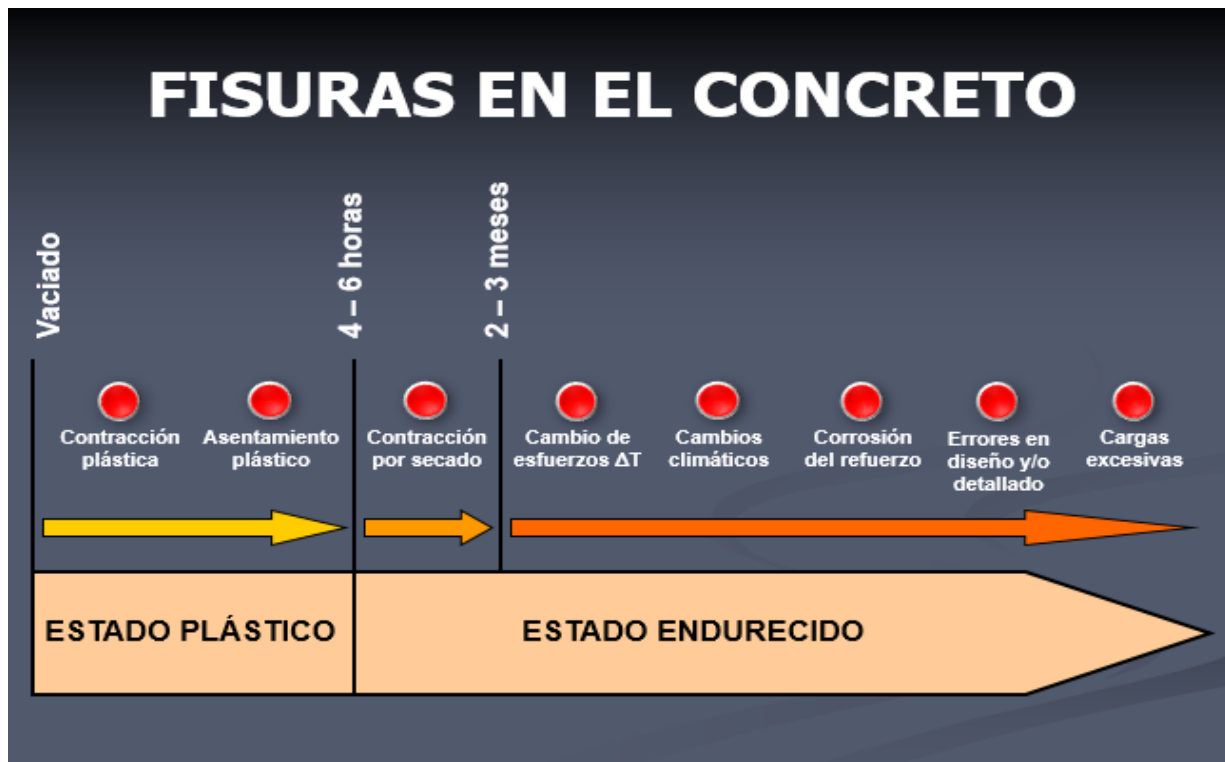
La causa de cada tipo de fisura depende de varios factores, y puede afectar solamente la apariencia o puede indicar estructural significativo o falta de durabilidad.

Las fisuras pueden representar la total extensión del daño o pueden apuntar a problemas de mayor magnitud.

Desde que ocurre el vaciado de concreto hasta su contenido de humedad alcancé el equilibrio con la humedad del ambiente, las características mecánicas del concreto están en constante variación, aumentando su módulo de elasticidad y su resistencia a tracción, por tanto, los mecanismos que producen fisuras se diferencian en primera instancia por aparecer en el estado plástico del concreto o en el estado endurecido del concreto. (Torrealva, 2018).

En la fig. n°4 se muestra un esquema del tipo de fisura y su cronología de aparición en el tiempo.

*Figura N°4: “Cronología de las fisuras en el concreto” (Torrealva, 2018, p.12).*



## 2.2.1.1 Tipos de Fisuras

### 2.2.1.1.1 Fisuras debido a problemas del propio concreto

“Son producidas por problemas intrínsecos del propio concreto, especialmente ligadas al proceso de fraguado. Pueden estar ligadas a defectos de fabricación o de puesta en obra del concreto, pero no son estructurales” (Montejo et al., 2013, p.502).

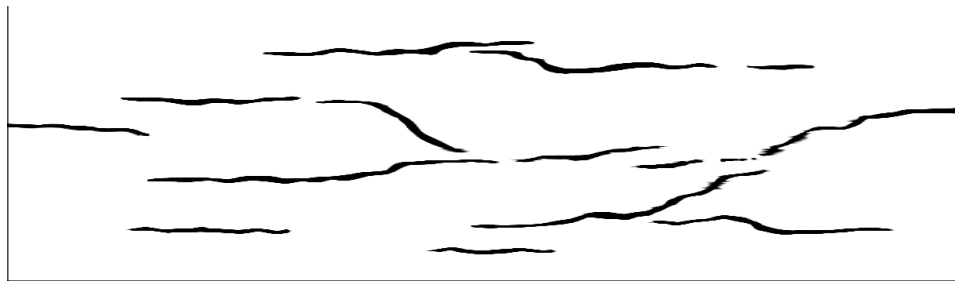
### 2.2.1.1.2 Fisuras por retracción plástica

La fisuración por retracción plástica (fig. n°5), ocurre cuando está sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por una combinación de factores que incluyen las temperaturas de aire y el concreto, la humedad relativa y la velocidad del viento en la superficie del concreto. Estos factores pueden combinarse de manera de provocar niveles altos de evaporación superficial tanto en clima caluroso como en clima frío.

Si la humedad se evapora de la superficie del concreto recién colocado más rápido de lo que puede ser reemplazada por el agua de exudación, el concreto superficial se contrae.

Debido a la restricción proporcionada por el concreto debajo de la capa superficial que se seca, en el concreto débil, plástico y en proceso de rigidización, se desarrollan tensiones de tracción que provocan fisuras poco profundas, pero de profundidad variable, que pueden formar un patrón poligonal aleatorio, o bien pueden aparecer básicamente paralelas unas a otras. (ACI 224, 1993, p.2)

*Figura n°5: “Retracción plástica” (ACI 224, 1993, p.3).*



#### **2.2.1.1.3 Fisuras por retracción de secado**

Al día siguiente del vaciado, el concreto ya se encuentra en estado endurecido, pero con una gran cantidad de humedad en su interior la cual debe ir reduciéndose paulatinamente.

(Torrealva, 2018, p.16)

La magnitud de la retracción por secado depende principalmente de la cantidad y tipo de agregados y del contenido de agua de la mezcla. Cuanto mayor sea la cantidad de agregados, menor será la retracción. Cuanto más rígido sea el agregado, más efectivo será para reducir la retracción del concreto. Cuanto mayor sea el contenido de agua, mayor será la retracción por secado. (ACI 224, 1993)

La pérdida de humedad produce a su vez una contracción del elemento el cual, si está libre para contraerse no producirá ningún efecto, pero si se encuentra restringido en su movimiento, lo cual es usual debido al encofrado o a conexiones con otros elementos estructurales, entonces se producirán esfuerzos de tracción en el elemento que pueden producir fisuras cuando el esfuerzo producido es mayor que el esfuerzo resistente del elemento. (Torrealva, 2018, p.16)

#### **2.2.1.1.4 Fisuras por cambios de esfuerzo por variaciones de temperatura**

Una estructura puede estar sometida durante su vida útil a cambios de temperatura ambiental por diversas causas: cambios de temperatura entre el día y la noche, entre el invierno y verano, cambios de temperatura para albergar hornos o equipos que generan calor y otras causas. (...) el cambio de temperatura también puede ser en toda o parte de la estructura.

Producido el cambio de temperatura en la estructura en los elementos de concreto, estos sufren expansiones o contracciones dependiendo si se trata de un aumento o disminución de

la temperatura. Si los elementos son libres de expandirse o contraerse, entonces no se generan esfuerzos en los elementos. Si, por el contrario, los elementos se encuentran restringidos en su deformación, se generan esfuerzos de tracción y compresión en los elementos. Si el esfuerzo de tracción que se genera es superior al esfuerzo de tracción que resiste el elemento, entonces se generaran fisuras que dependiendo de las condiciones de contorno y de la magnitud de la variación de temperatura pueden transformarse en grietas con la consiguiente afectación en la durabilidad resistencia y rigidez del elemento.

(Torrealva, 2018, p.17)

#### **2.2.1.1.5 Fisuras por corrosión de la armadura**

La corrosión del acero produce óxidos e hidróxidos de hierro, cuyo volumen es mucho mayor que el del hierro metálico original. Este aumento de volumen provoca tensiones radiales de estallido alrededor de las barras de armadura, y la consiguiente aparición de fisuras radiales localizadas. Estas fisuras radiales se pueden propagar a lo largo de la barra, provocando la formación de fisuras longitudinales (es decir, paralelas a la barra) o provocando el descascaramiento del concreto. Las fisuras permiten que el oxígeno, la humedad y los cloruros ingresen fácilmente; por lo tanto, las pequeñas fisuras radiales pueden crear una condición que acelerará la corrosión y la fisuración. (ACI 224, 1993, p.6)

#### **2.2.1.1.6 Fisuras por prácticas constructivas inadecuadas**

Existe una gran variedad de prácticas constructivas inadecuadas cuyo resultado puede ser la fisuración del concreto. Entre ellas la más habitual es la costumbre de agregarle agua al concreto para mejorar su trabajabilidad. El agua agregada reduce la resistencia, aumenta el asentamiento y aumenta la retracción por secado. Si esta práctica se combina con el uso de un mayor contenido de cemento para contrarrestar la reducción de la resistencia, el aumento del contenido de agua significará un aumento del diferencial de temperatura entre el interior y el exterior de la estructura, cuyo resultado será un aumento de las tensiones térmicas y posiblemente, fisuración. (...) la falta de curado aumentara el grado de fisuración de una estructura de concreto. (...) otros problemas constructivos que pueden provocar fisuración son el uso de apoyos inadecuados para los encofrados, una compactación inadecuada y la colocación de juntas de contracción en puntos de tensión elevada. (ACI 224, 1993, p.6)

Las cangrejeras se deben a un mal proceso de vaciado y sobre todo vibrado, cuando realizan el vaciado no utilizan adecuadamente el vibrador desde abajo hacia arriba. La ausencia de vibración produce esta oquedad por lo que el concreto no se asienta. También el exceso de vibrado trae otro problema, pues hace que se disgregue el concreto, por lo que los agregados pétreos se decanten en la parte inferior e igualmente baja la resistencia del concreto. (León, 2015)



### 2.2.1.1.7 Sobrecargas durante la construcción

A menudo las cargas inducidas durante la construcción pueden ser mucho más severas que las que soportará la estructura en servicio. Desafortunadamente, estas condiciones se pueden dar a edades tempranas cuando el concreto es más susceptible de ser dañado y con frecuencia originan fisuras permanentes. (ACI 224, 1993, p.7)

### 2.2.1.1.8 Fisuras por solicitaciones externas

Son las fisuras que causan la mayor alarma y en la mayoría de los casos, las que corresponden a las patologías más graves, puesto que indican que el concreto está alcanzando o ha sobrepasado su capacidad resistente. Sin embargo, la fisuración no es por si misma un indicio alarmante. Lo normal es que las piezas de concreto se fisuren en estado de servicio y, de hecho, en piezas flexadas de concreto, el estudio de las deformaciones tiene dos estados que se diferencian: el primero sin fisuras y el segundo fisurado, sin que ello implique problemas patológicos. (...) a continuación, se van a dar algunos criterios orientativos, sin embargo, es importante resaltar que un mismo tipo de fisuras puede estar producido por causas diversas y además las fisuras raramente se comportan como dicen los libros, puesto que muchas veces existen otros factores que distorsionan los resultados. (Montejo et al., 2013, p.502).

#### 2.2.1.1.8.1 Fisuras por flexión

- “Se inicia en la fibra inferior” (fig. n°6) (Montejo et al., 2013, p.508).
- “Progresas casi en vertical” (fig. n°7) (Montejo et al., 2013, p.508).
- “Se incurva al llegar a la fibra neutra” (fig. n°8) (Montejo et al., 2013, p.508).
- “Aparecen varias y bastante juntas” (fig. n°9) (Montejo et al., 2013, p.508).
- “Evolucionan lento” (fig. n°10) (Montejo et al., 2013, p.508).
- “Aparecen bajo carga y desaparecen al descargar” (fig. n°11) (Montejo et al., 2013, p.508).

#### “Evolución de una fisura en momento flector”

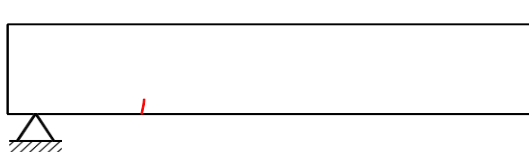


Figura n°6: “Inicia en la fibra inferior” (Montejo et al., 2013, p.509).

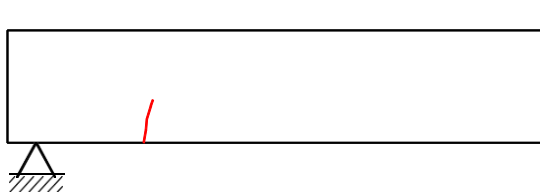


Figura n°7: “Continúa casi en vertical” (Montejo et al., 2013, p.509).

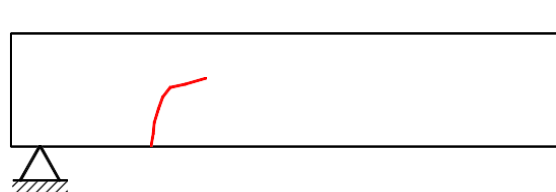
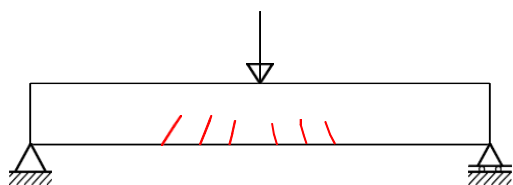
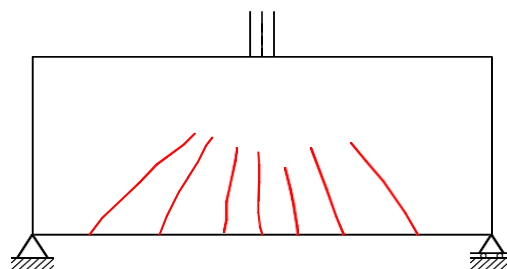


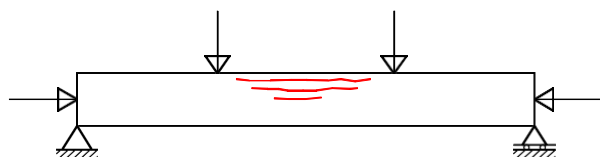
Figura n°8: “Se incurva al llegar a la fibra neutra” (Montejo et al., 2013, p.509).



*Figura n°9: “Fisuras de flexión simple”*  
(Montejo et al., 2013, p.509).



*Figura n°10: “Vigas pared”*  
(Montejo et al., 2013, p.509).

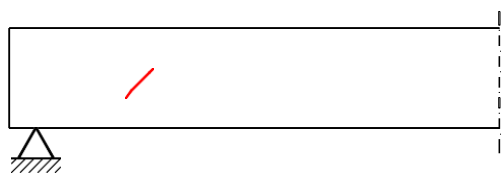


*Figura n°11: “Fisuración por flexión”*  
(Montejo et al., 2013, p.509).

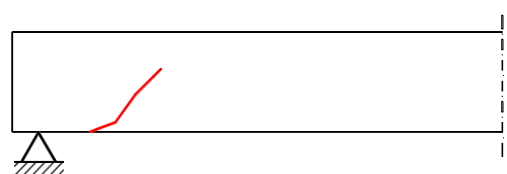
### 2.2.1.1.8.2 Fisuras por cortante

- “Comienzan en el alma, generalmente a 45°” (fig. n°12) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Progresan hacia la armadura y luego hacia la carga” (fig. n°13) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Dividen la pieza en dos, provocando el colapso” (fig. n°14) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Evolucionan muy rápidamente y son muy peligrosas” (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Aparecen pocas y muchas veces una sola” (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Hay que evacuar inmediatamente el edificio, apuntalar y reforzar” (Montejo et al., 2013, p.510).

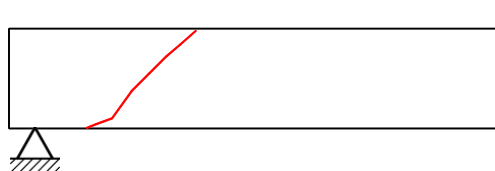
#### “Evolución de una fisura de esfuerzo cortante”



*Figura n°12: “Se inicia en el alma a 45° aprox.”*  
(Montejo et al., 2013, p.510)



*Figura n°13: “Continúa hacia la armadura”*  
(Montejo et al., 2013, p.510)

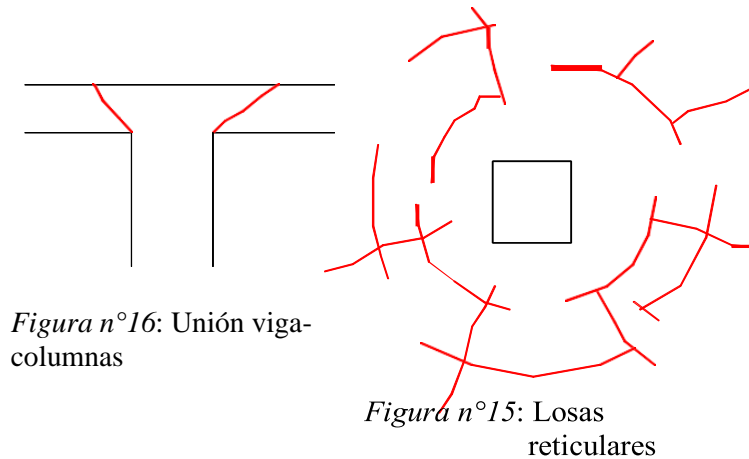


*Figura n°14: “Corte de viga en dos”*  
(Montejo et al., 2013, p.510)

### 2.2.1.1.8.3 Fisuras de punzonamiento

- “En columnas con losas reticulares” (fig. n°15) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “En las uniones de vigas planas con columnas” (fig. n°16) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Son fisuras de características similares a las del cortante y por ello sumamente peligrosas” (Montejo et al., 2013, p.510)

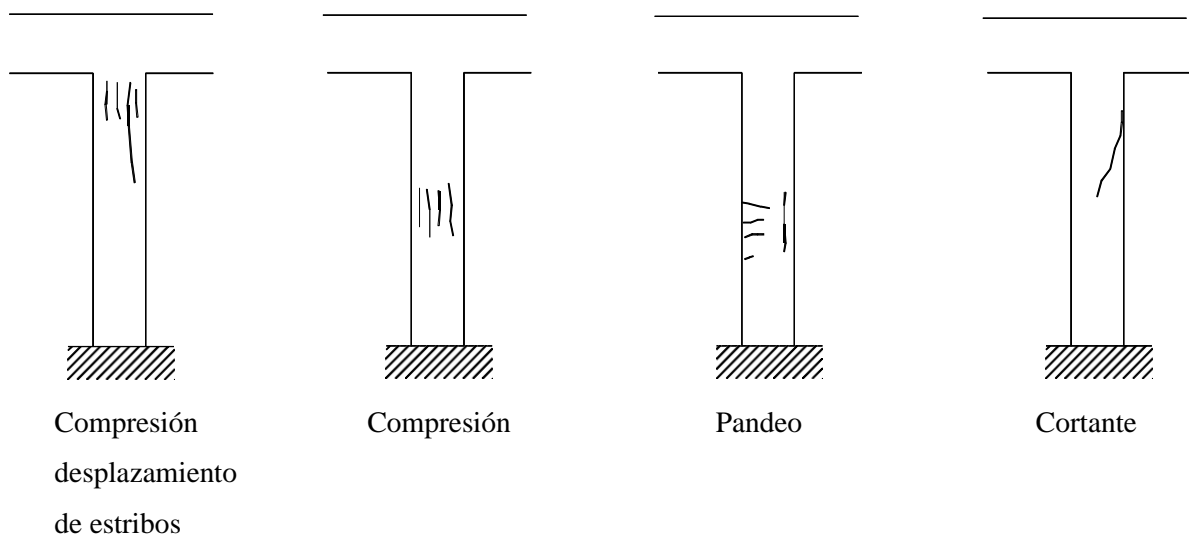
“Fisuración por Punzonamiento” (Montejo et al., 2013, p.510)



### 2.2.1.1.8.4 Fisuras de compresión

- “Se producen sobre todo en columnas” (fig. n°17) (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Son especialmente peligrosas por su evolución, generalmente rápida y por la importancia de dichos elementos estructurales” (Montejo et al., 2013, p.510).
- “Muchas veces es bastante difícil identificarlas” (Montejo et al., 2013, p.510).

Figura. N°17: “Fisuras de compresión en columnas” (Montejo et al., 2013, p.510).



### 2.2.1.1.8.5 Fisuras de torsión

Tienen un aspecto similar a las del esfuerzo cortante y por tanto pueden ser confundidas con ellas. El principal criterio para distinguirlas es que, en el caso del cortante (fig. n°18), las fisuras están inclinadas en el mismo sentido, en las dos caras opuestas, en tanto que las de torsión están inclinadas en sentidos contrarios (fig. n°19). (Montejo et al., 2013, p.511)

Torsión principal	→	Muy peligrosas (fig. n°20)
Torsión secundaria	→	Reajuste de deformaciones (poco importantes)

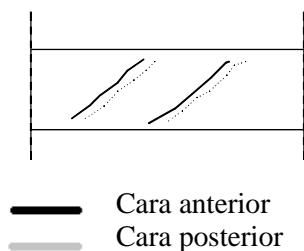


Figura n°18: Fisuración por cortante  
(Montejo et al., 2013, p.511)

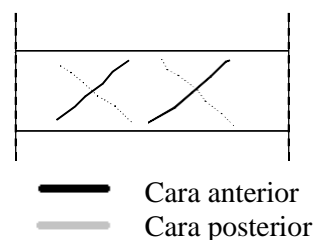


Figura n°19: Fisuración por torsión  
(Montejo et al., 2013, p.511)

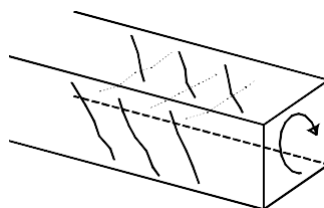


Figura n°20: “Fisuras por torsión peligrosas” (Montejo et al., 2013, p.511).

### 2.2.1.1.8.6 Fisuras por mala disposición de la armadura

Las malas disposiciones de la armadura pueden dar lugar a patologías sumamente graves. En la figura se muestran varios casos en los que el desplazamiento accidental de la armadura en obra, muchas veces por simple pisoteo provoca la reducción del canto útil y por consiguiente la drástica reducción de la capacidad resistente de la pieza (fig. n°21). Otros casos que pueden ser muy graves son los producidos por desplazamientos de acero en las columnas que pueden llevar al colapso por pandeo de las armaduras comprimidas (fig. n°22). También es posible la aparición de problemas patológicos por deficiente anclaje de las armaduras, como los casos señalados. (Montejo et al., 2013, p.511)



Figura n°22: “Desplazamiento del acero” (Montejo et al., 2013, p.511).

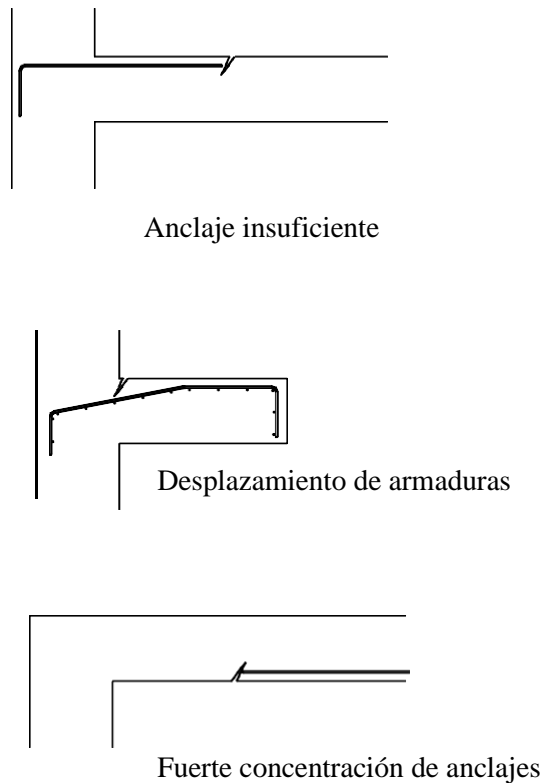
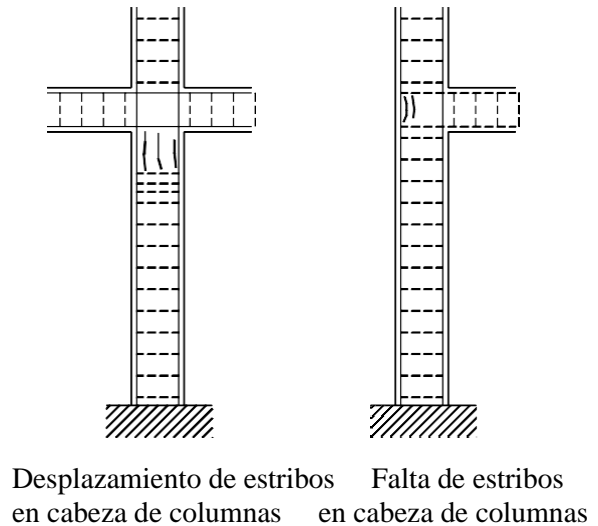


Figura n°21: “Mala disposición de los estribos” (Montejo et al., 2013, p.511).



#### 2.2.1.1.8.7 Fisuras por exceso de deformación

Las patologías por exceso de flecha han sido normales desde siempre, pero en los últimos tiempos el problema se ha agudizado, puesto que la construcción moderna tiende hacia estructuras muy flexibles, que favorecen el exceso de deformaciones.

Así la construcción con vigas planas, con piezas muy esbeltas, con menores grados de empotramiento y con mayores pesos en los solados, llevan a que las flechas, tanto instantáneas como diferidas, sean muy superiores a las tradicionales en estructura de concreto. En la se señalan dos tipos de problemas corrientes. Por un lado, la típica fisuración en tabiques, que no suele dar más problemas que los puramente estéticos (fig. n°23) y por otro las torsiones que las losas pueden producir en las vigas extremas y que pueden producir enorme gravedad (fig. n°24). (Montejo et al., 2013, p.513)

Figura n°23: “Fisuras en tabiques” (Montejo et al., 2013, p.513).

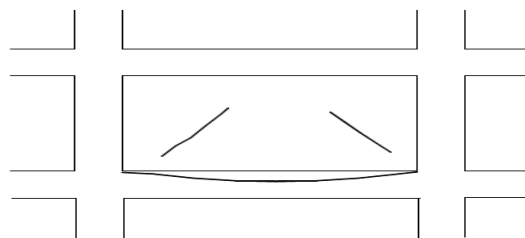
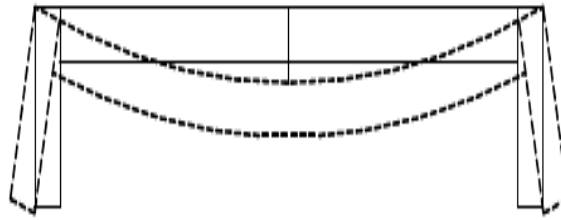


Figura n°24: “Deformación en vigas por gravedad” (Montejo et al., 2013, p.513).



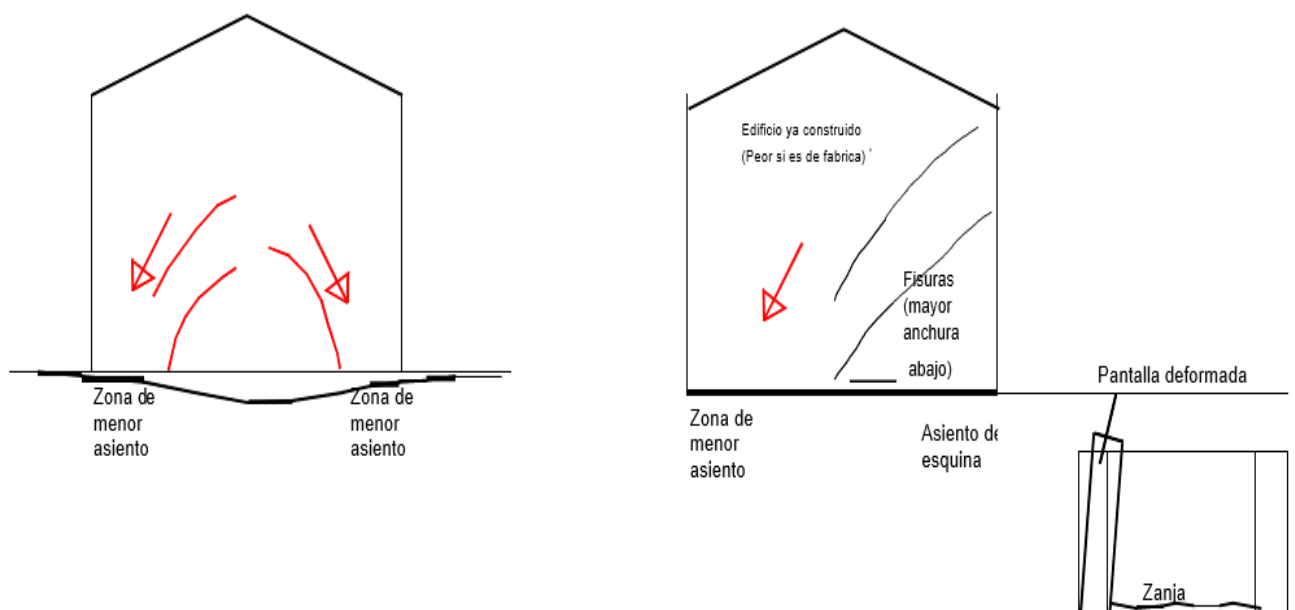
#### 2.2.1.1.8.8 Fisuras por asientos excesivos

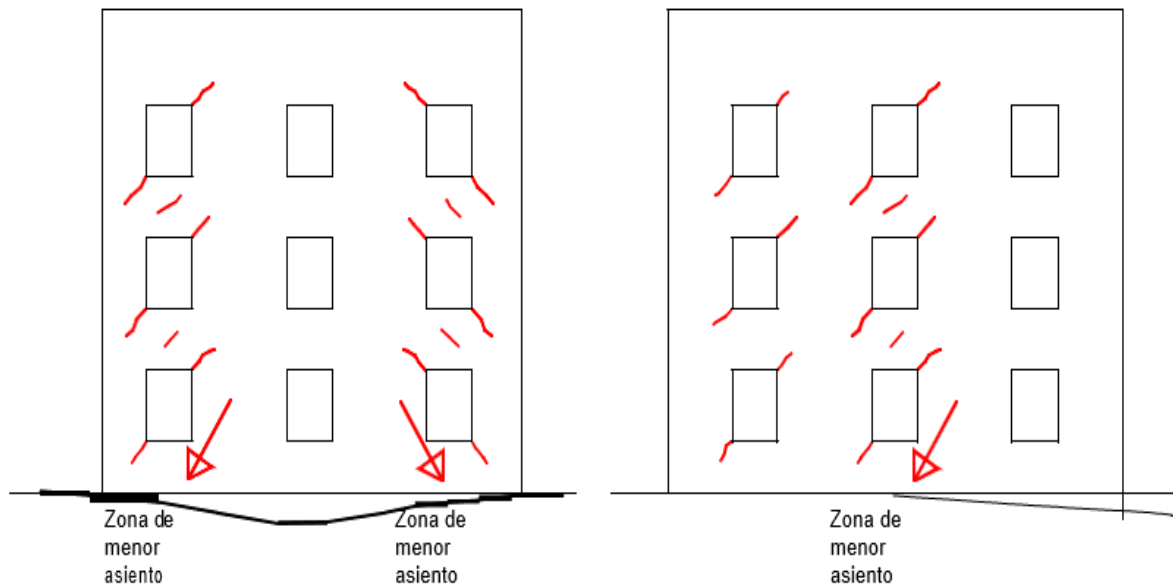
La fisuración producida por asientos es una parte sustancial de las patologías observadas y en general suponen problemas difíciles y costosos de resolver. Esto y la propia incertidumbre de trabajar con un material como es el terreno, cuyas propiedades no son bien conocidas, hace que este tema sea de especial dificultad.

Los problemas de asientos no deben atribuirse al terreno. El terreno es como es y la obligación del técnico es averiguar sus características. La responsabilidad de la aparición de lesiones únicamente debe atribuirse a la estructura, que no ha podido adaptarse a las características del terreno real.

En la mayor parte de los casos la actuación consistirá en una intervención sobre la estructura o la cimentación, siendo muy poco frecuentes las intervenciones de consolidación sobre el terreno (fig. n°25). (Montejo et al., 2013, p.514)

Figura N°25: “Asentamientos de la estructura” (Montejo et al., 2013, p.514).





## 2.2.2 Evaluación de la fisuración

Antes de reparar las fisuras del concreto, es importante identificar primero su ubicación y extensión. Se debería determinar si las fisuras observadas indican problemas estructurales actuales o futuros, considerando las condiciones actuales y las condiciones de carga anticipadas para el futuro. Antes de especificar las reparaciones es necesario establecer las causas de la fisuración.

Se deberían revisar los planos, especificaciones y registros de construcción y mantenimiento. Si estos documentos, junto con las observaciones recogidas in situ, no proporcionan la información necesaria, antes de proceder con las reparaciones se debería efectuar una investigación in situ y un análisis estructural completo. (ACI 224, 1993, p.9)

### 2.2.2.1 Determinación de la ubicación y magnitud de la fisuración del concreto

La ubicación y magnitud de la fisuración, así como el estado general del concreto de una estructura, se pueden determinar mediante observaciones directas e indirectas, ensayos no destructivos y destructivos, y ensayos de testigos extraídos de la estructura. (ACI 224, 1993, p.10)

#### 2.2.2.1.1 Observación directa e indirecta

Los anchos de las fisuras se pueden medir con una precisión de alrededor de 0,025 mm utilizando un comparador, que es un pequeño microscopio de mano con una escala en el lente más próximo a la superficie observada (fig. n°26).

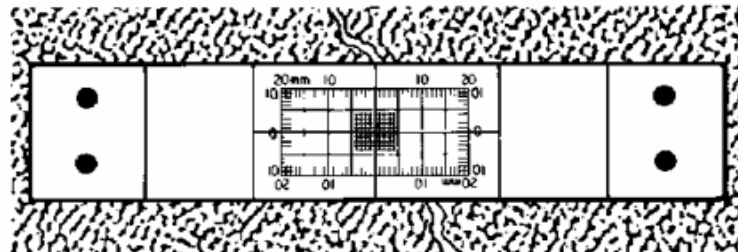
Los anchos de las fisuras también se pueden estimar utilizando una tarjeta de comparación, que es una tarjeta con líneas claramente marcadas, cada una de ellas de un ancho especificado. Las condiciones internas en la ubicación de una fisura específica se pueden observar usando endoscopios flexibles o boroscopios rígidos.

El movimiento de las fisuras se puede monitorear mediante indicadores de movimiento mecánicos. El indicador, o monitor de fisuras (fig. n°27) permite la lectura directa del desplazamiento y rotación de las fisuras. El indicador (fig. n°28) amplifica el movimiento de las fisuras (en este caso 50 veces) e indica el máximo rango de movimiento durante el período de medición. (ACI 224, 1993, p.10)

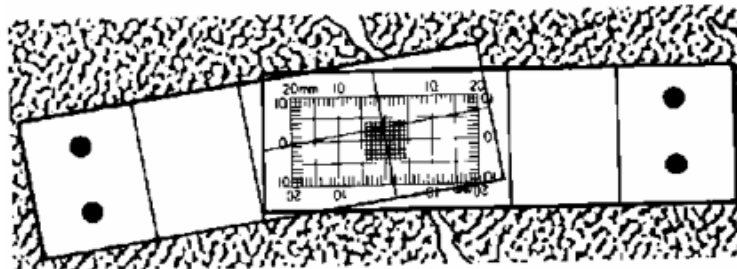
*Figura n°26: “Comparador para medir los anchos de las fisuras” (ACI 224, 1993, p.10).*



*Figura n°27: “Monitor de fisuras” (ACI 224, 1993, p.11).*

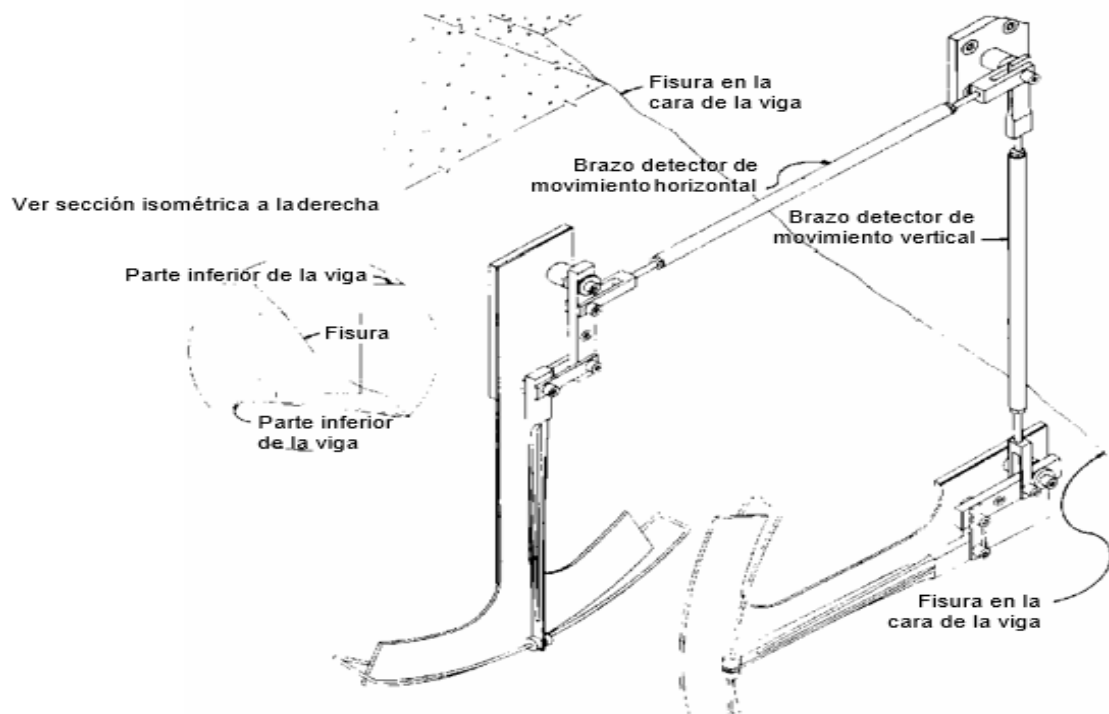


Monitor recién colocado



Monitor después del movimiento de la fisura

Figura n°28: “Indicador de fisuras” (ACI 224, 1993, p.11).



#### 2.2.2.1.2 Ensayos no destructivos

Golpear la superficie con un martillo o usar una cadena de arrastre son técnicas sencillas que permiten identificar la fisuración laminar próxima a la superficie. Un sonido hueco indica la presencia de una o más fisuras debajo de la superficie y paralelas a la misma. La presencia de armaduras se puede determinar usando un pacómetro (fig. n°29). (...) cuya capacidad va desde la indicación de la presencia de acero hasta aquellos que se pueden calibrar y le permiten al usuario experimentado una mejor determinación de la profundidad y el tamaño de las barras de armadura. Sin embargo, en algunos casos puede ser necesario retirar el recubrimiento de concreto (a menudo usando taladros o cinceles) para identificar los tamaños de las barras o para calibrar las mediciones del recubrimiento, especialmente en zonas con congestión de armaduras.

Con personal adecuadamente capacitado y una correcta evaluación es posible detectar fisuras usando equipos de ensayo ultrasónicos no destructivos.

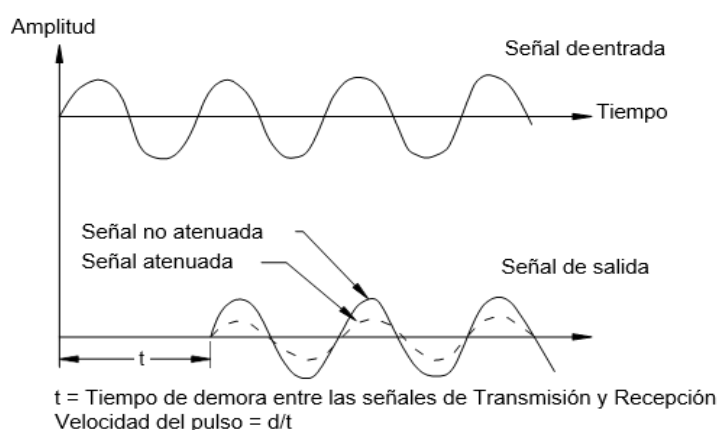
(...) un pulso mecánico es transmitido a una cara del elemento de concreto y es recibido en la otra (fig. n°30). El tiempo que tarda el pulso en atravesar el elemento se mide electrónicamente. (ACI 224, 1993, p.10)



Figura n°29: “Pacómetro” (ACI 224, 1993, p.12).



Figura n°30: “Señal de oscilación del ensayo de ultrasonido” (ACI 224, 1993, p.12).



### 2.2.2.1.3 Revisión de planos y datos constructivos

Se debería revisar el diseño estructural y la disposición de las armaduras originales, u otros planos que permitan confirmar que el espesor y la calidad del concreto, junto con las armaduras existentes, satisface o supera los requisitos de resistencia y serviciabilidad indicados en él, o los códigos de edificación aplicables. (ACI 224, 1993, p.13)

## 2.2.3 Soluciones de reparación de fisuras

### 2.2.3.1 Inyección de resinas epoxi

Mediante la inyección de resinas epoxi se pueden adherir fisuras de muy poca abertura, hasta 0,05mm. La técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y venteo a intervalos poco espaciados a lo largo de las fisuras, sellar la fisura en las superficies expuestas e inyectar la resina epoxi a presión. (ACI 224, 1993, p.14)

Procedimiento:

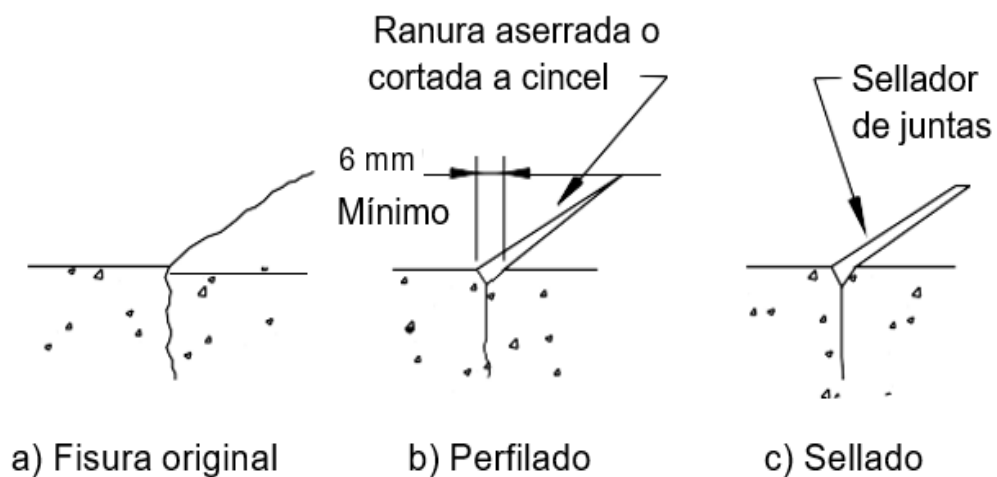
- Limpiar las fisuras.
- Sellar las superficies.
- Instalar las bocas de entrada y venteo.
- Mezclar la resina epoxi.
- Inyectar la resina epoxi.
- Retirar el sellado superficial.

### 2.2.3.2 Perfilado y sellado

El perfilado y sellado de fisuras se puede aplicar en condiciones que requieren una reparación inmediata y cuando no es necesario efectuar una reparación estructural.

Este método consiste en agrandar la fisura a lo largo de su cara expuesta y llenarla y sellarla con un sellador adecuado (fig. n°31). (ACI 224, 1993, p.16)

*Figura n°31: "Reparación de una fisura mediante perfilado y sellado" (ACI 224, 1993, p.16).*

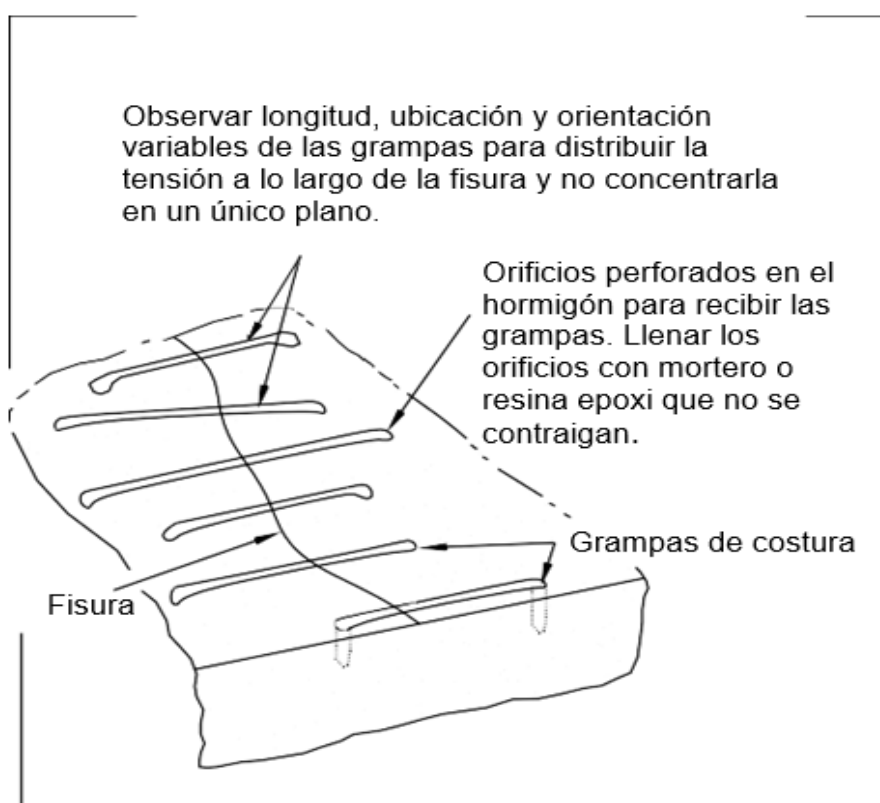


### 2.2.3.3 Costura de fisuras

Coser una fisura consiste en perforar orificios a ambos lados de la fisura, insertar unidades metálicas en forma de U de patas cortas (grampas o bridas de costura) y asegurarlas con mortero (fig. n°32).

Se pueden utilizar costuras cuando es necesario restablecer resistencia a la tracción en fisuras importantes. Al coser una fisura la estructura tiende a volverse más rígida, y esta rigidez puede aumentar la restricción global de la estructura provocando fisuración en otras partes del concreto. (ACI 224, 1993, p.16)

*Figura n°32: “Costura de fisuras” (ACI 224, 1993, p.17).*

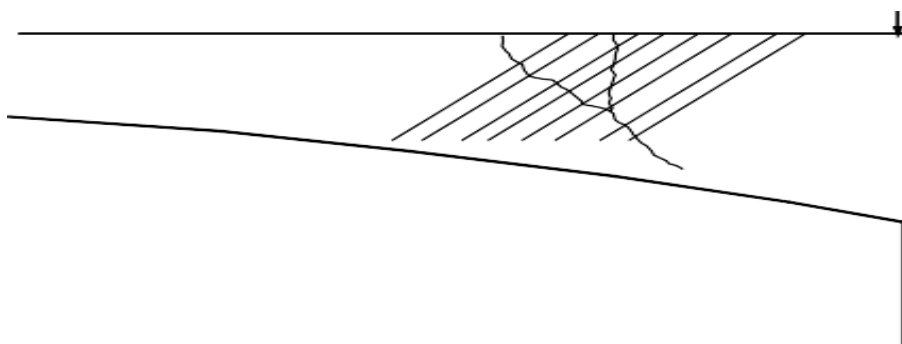


### **2.2.3.5 Armadura adicional**

#### **2.2.3.5.1 Armadura convencional**

Esta técnica consiste en sellar la fisura, perforar orificios que intersequen el plano de fisuración aproximadamente a 90 grados (fig. n°33), inyectar adhesivo epoxi en el orificio y la fisura hasta llenarlos y colocar una barra de armadura en el orificio perforado. (ACI 224, 1993, p.17)

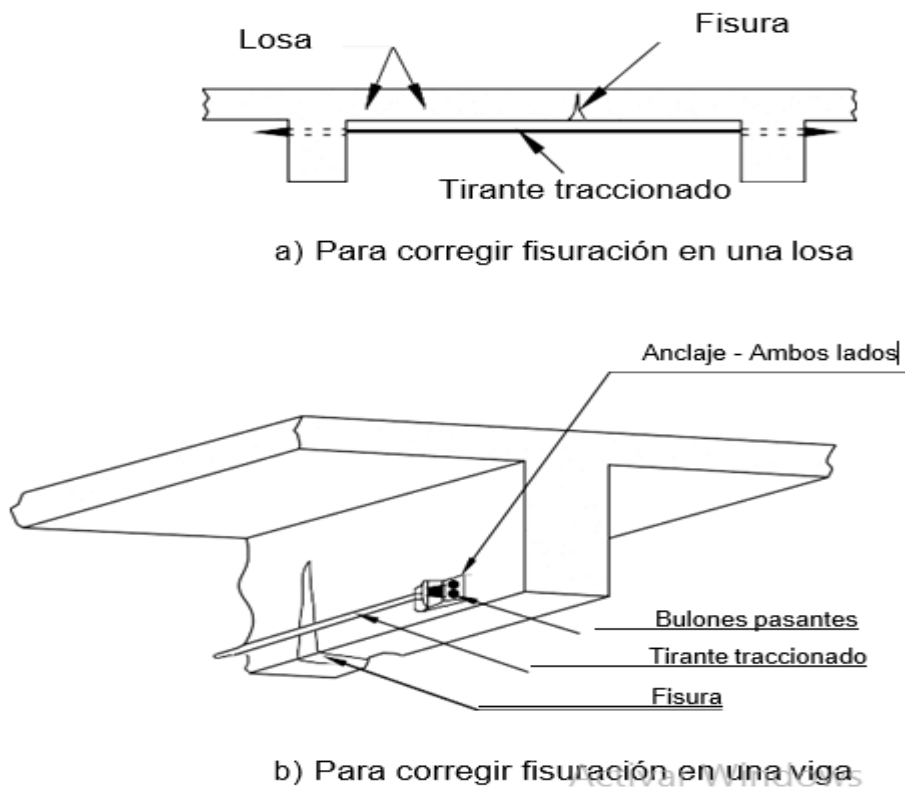
*Figura n°33: “Inserción de acero con resina epoxi” (ACI 224, 1993, p.17)*



#### 2.2.3.4.2 Acero de pretensado

A menudo el postensado es la mejor solución disponible cuando se debe reforzar una parte importante del elemento, o cuando se deben cerrar las fisuras que se han formado (fig. n°34). Esta técnica emplea barras o cables de pretensado para aplicar una fuerza de compresión. El acero de pretensado se debe anclar adecuadamente, y es necesario realizar el procedimiento cuidadosamente para evitar que el problema simplemente se traslade a otras partes de la estructura. (ACI 224, 1993, p.17)

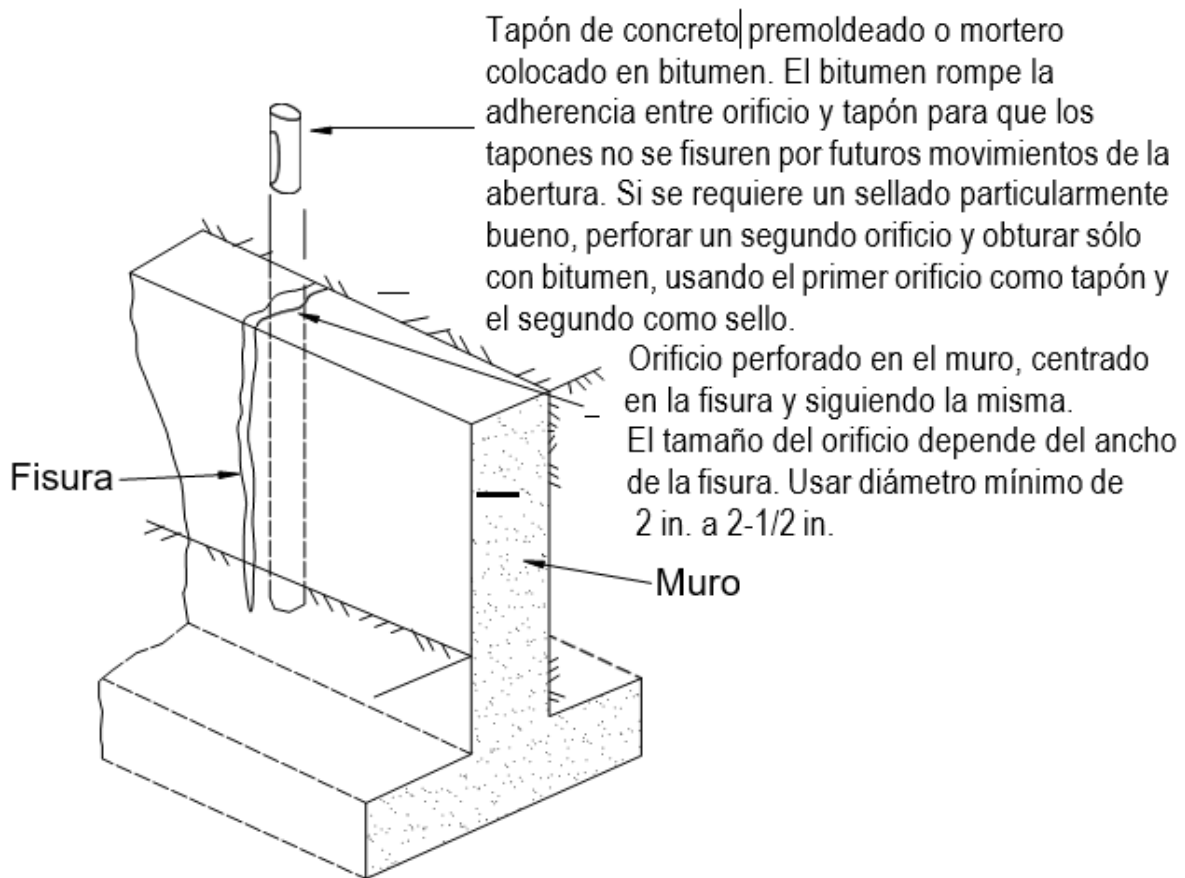
Figura n°34: “Anclado de cables pretensado” (ACI 224, 1993, p.17).



#### 2.2.3.5 Perforación y obturación

“La perforación y obturación de una fisura consiste en perforar hacia abajo en toda la longitud de la fisura y llenarla con mortero de manera de formar una cuña o tapón” (fig. n°35) (ACI 224, 1993, p.17).

Figura n°35: “Perforación y obturación” (ACI 224, 1993, p.18).



#### 2.2.3.6 Llenado por gravedad

El procedimiento típico comienza por limpiar la superficie con chorro de aire y/o chorro de agua. Para lograr el mejor llenado posible se debería permitir que las superficies húmedas se sequen durante varios días. El monómero o resina se puede verter sobre la superficie y esparcir empleando cepillos, rodillos o escobas de goma. Debido a que el monómero o la resina penetra en las fisuras lentamente, se debe trabajar el material sobre las fisuras moviéndolo hacia adelante y hacia atrás para lograr el máximo llenado. (ACI 224, 1993, p.18)

#### 2.2.3.7 Llenado con mortero

##### 2.2.3.7.1 Llenado con mortero de cemento portland

El procedimiento consiste en limpiar el concreto en las caras de la fisura; instalar asientos armados (boquillas de mortero) a intervalos sobre la fisura (para lograr una conexión con el aparato de inyección que soporte la presión); sellar la fisura entre los asientos utilizando pintura cementicia, sellador o mortero; lavar la fisura para limpiarla y probar el sellado; y luego llenar toda el área con mortero.

#### 2.2.3.7.2 Llenado con mortero químico

Un mortero químico consiste en una solución de dos o más productos químicos (como por ejemplo uretanos, silicatos de sodio y acrilamidas) que se combinan para formar un gel, un precipitado sólido o una espuma, a diferencia de los morteros cementicios que consisten en suspensiones de partículas sólidas en un fluido. Con mortero químico se han llenado fisuras de muy poca abertura, hasta 0,05mm. (ACI 224, 1993, p.18)

#### 2.2.3.8 Colocación de mortero como mezcla seca

Colocación de mortero como mezcla seca es la colocación manual de mortero de bajo contenido de agua y su posterior apisonado. (ACI 224, 1993, p.18)

#### 2.2.3.9 Autocurado

El autocurado se produce por la continua hidratación del cemento y carbonatación del hidróxido de calcio de la pasta cementicio por parte del dióxido de carbono presente en el aire y el agua que rodea al concreto. Los cristales de hidróxido de calcio y carbonato de calcio precipitan, se acumulan y acrecen dentro de las fisuras. Los cristales se entrelazan y unen, produciendo un efecto de adherencia mecánica suplementado por la adherencia química entre cristales adyacentes y entre los cristales y las superficies de la pasta y los agregados. (ACI 224, 1993, p.20)

### 2.3 Glosario de términos básicos

**Esfuerzo de tracción:** “Esfuerzo que se desarrolla en la sección transversal de una pieza para resistir su elongación, pero que tienden a alargarla” (NN,2019).

**Módulo de elasticidad:** “Es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo” (Osorio,2011).

**Intrínseco:** “Es la verdadera contracción del fraguado, producto del proceso químico de hidratación del cemento y sus propiedades inherentes de disminuir volumen en este estado. Ocurre dentro de la masa del concreto sin contacto del medio ambiente” (Aguedo et al, 2014).

**Fraguado:** “Endurecimiento de los materiales aglomerados por fenómenos fisicoquímicos” (NN,2009).

**Exudación:** “Es el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie del concreto generando como el resultado de la sedimentación de los sólidos dentro de la masa” (Galindo, 2012).

**Random:** “Es una palabra del inglés que podemos traducir en español significa aleatorio” (NN, 2018).



**Contracción:** “Es el acortamiento que experimenta el concreto durante el proceso de endurecimiento y secado. Se debe principalmente a la pérdida de evaporación del exceso de agua de mezclado” (Aguedo et al, 2014).

**Expansión:** Son cambios diferenciales de volumen en el concreto.

**Postensado:** “Es un método de presfuerzo en el cual los cables de acero son tensados después de que el concreto ha fraguado” (Galván y Velásquez, 2013).

**PTAR:** “Planta de tratamiento de aguas residuales” (PNSU,2013).

**CBD:** “Cámara de bombeo de distribución” (PNSU,2013).

**Anomalía:** “Indicación de una posible falla o defecto a través de una fisura, deformación excesiva o cualquier otra evidencia visible anormal” (Torrealva, 2018, p.9).

**Fisura activa:** “Cuando las dos partes que separa la fisura se encuentran en constante movimiento variando el espesor de la misma” (Torrealva, 2018, p.9).

**Fisura dormida:** “Cuando las dos partes que separa la fisura se encuentra en situación estable manteniendo constante el espesor de la misma” (Torrealva, 2018, p.9).

**Reparación:** Proceso de restablecer en un elemento las características materiales, formas y apariencias que tenía antes de ocurrir el daño. No se puede aplicar a cualquier elemento afectado por cualquier agente. Puede involucrar reemplazo del material original por otro nuevo similar. (Torrealva, 2018, p.10)

## 2.4 Hipótesis

Al estudiar las causas de la fisuración en el concreto brinda soluciones para la fisuración de la estructura de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas San Martín – Piura.

## III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Enfoque

Se realizó la evaluación cualitativa, que es el tipo de evaluación que consiste básicamente en una inspección visual basada en la experiencia del profesional que evalúa con una revisión de la información sobre los antecedentes de la estructura.

La información cualitativa incluye:

- Revisión de planos existentes.
- Entrevistas con los usuarios involucrados en la estructura.
- Mapeo, medición y monitoreo de las fisuras.

(Torrealva,2018)

## **3.2 Sujetos de la investigación**

### **3.2.1 La estructura de concreto armado Pretratamiento**

PNSU (2013) refiere que la estructura de Pretratamiento de aguas residuales domesticas en estudio es el primer proceso realizado para el acondicionamiento de las aguas residuales domésticas del departamento de Piura para así facilitar su posterior tratado de las aguas residuales.

La Pretratamiento está compuesta por estructuras elevadas, presenta como estructuras de soporte muros de concreto o placas, que se apoyan en un suelo mejorado ya que el suelo en condiciones naturales es desfavorable, por presentar baja capacidad portante, presencia de nivel freático alto y con capas potencialmente licuables.

Las unidades de pretratamiento presentan escalera de acceso hacia las plataformas, que son tipo voladizo presentando barandas a cada lado.

La Pretratamiento está conformada por las siguientes estructuras:

#### **3.2.1.1 Estructura de llegada o cámara de reunión y canal de aproximación**

Consiste en una caja de reunión elevada sobre el nivel de terreno terminado, será de concreto armado de dimensiones 4.60m de ancho por 3.40m de largo con cota de fondo de 34.53 msnm y altura de muro de 2.10m.

La caja de ingreso al igual de casi toda la estructura de las operaciones del pretratamiento será del tipo elevada. Adosada a las columnas de la caja de entrada, se colocarán las tuberías de impulsión que llegarán a la referida cámara, en la cual serán ancladas para asegurar su descarga al canal de ingreso de la PTAR San Martin.

Después de la caja de ingreso sigue el canal de entrada y aproximación a las rejillas gruesas con un ancho útil de 1.50m y profundidad establecida según planos (anexo 01). (PNSU,2013, p.107)

#### **3.2.1.2 Replanteo y empalme de líneas de impulsión que ingresan a la PTAR San Martin**

Cada línea de impulsión tanto las existentes como la proyectada que ingrese a la PTAR San Martin, se empalmara a la nueva cámara de reunión propuesta en el proyecto.

El proyecto considera las siguientes acciones a ejecutar en las tuberías de impulsión a la llegada a la caja de reunión.

- Instalación de nueva línea de impulsión procedente de CBD-08: Tubería de impulsión GRP de 600mm DN. Ingreso directo a la cámara de reunión.
- Empalme de línea de impulsión existente procedente de la CBD -10: Replanteado de línea de llegada con tubería de acero SCH S-40 de 600mm empalmada en la tubería de GRP 600mm existente.

- Empalme de la línea de impulsión procedente de la CBD Almirante Grau: Replanteo de línea de llegada con tubería de PVC 315mm y al final empalmada a tubería de PVC 315mm existente con codo HD 300mm.
  - Empalme a la línea de impulsión de PVC DN 200mm existente, procedente de la CBD Sur Medio, con tubería PVC 210mm.
  - Se clausura llegada de línea de impulsión procedente de CBD-Los Robles: Tubería PVC 200mm actualmente desactivada por EPS Grau – hacer coordinación con la entidad.
  - Nuevo empalme de la línea de impulsión procedente de la CBD Los laureles, obra que está a cargo de la EPS Grau.
- (PNSU,2013, p.107)

### **3.2.1.3 Reja manual**

La cámara de reja manual ha sido diseñada para un caudal pico de 1245 l/s y consta de un canal principal y otro auxiliar lateral, ambos paralelos funcionando este último como aliviadero o “by pass” el cual trabaja solamente en los casos en el que la pérdida de carga en la reja fuese muy alta a causa de su obstrucción por falta de limpieza (mantenimiento). De esta manera se evitará el desborde en la caja de ingreso a la planta de tratamiento con aguas residuales.

La criba estará compuesta por platinas de acero inoxidable AISI 304 con sección transversal de 35mm x 8mm espaciados entre si 45mm e instalada con inclinación de 60° con respecto a la horizontal.

El “by pass” correspondiente al canal lateral se inicia antes de la reja, finalizando aguas debajo de la misma, teniendo por dimensiones: altura de desborde 1.2m por encima del fondo del canal de aproximación a las rejillas, ventana “by pass” de 2.0m x 0.40m, tanto al ingreso como a la salida de dicho canal.

El diseño demanda necesidad que la reja sea limpiada periódicamente para evitar el represamiento del canal alimentador y el funcionamiento excesivo del “by pass” con el correspondiente arrastre de sólidos que pueda afectar al adecuado funcionamiento de las rejillas finas y su más rápida colmatación.

La altura de la reja es de 1.90m y la cantidad de material retenido fluctuara entre 0.20 a 0.40 m<sup>3</sup>/día valor bajo considerando que el agua residual procede de un conjunto de estaciones de bombeo donde también se realiza el previo cribado del material grueso.

Para el retiro de residuos, se dispondrá de una plataforma de concreto para el escurrimiento situado en la parte superior, consistente en un piso horizontal con agujero de 1” para el drenaje del agua.

Los residuos serán trasladados a un contenedor habilitado al costado de la unidad, para permitir su disposición final en el relleno sanitario local.

- Número de unidades: 01 con by pass lateral.
  - Rejas del tipo manual: Con dispositivos de drenaje en la parte superior
  - Barras: Platinas en acero inoxidable AISI 304 de 8mm x 35mm de sección, instaladas en ranura de pared del canal con inclinación de 60° respecto a la horizontal.
  - Separación entre platinas de rejas: 45mm.
  - Caudal de diseño 692 L/s (promedio) y caudal máximo 1245 L/s.
  - Sección del canal de instalación: ancho 1.50m y altura de 1.10m (colmatado).
  - Canal by pass para limpieza y alivio de rejas gruesas. Estructura de concreto con ancho neto de 1.45m y altura total de 0.70m, dispone de ventana de ingreso con nivel de referencia al canal de salida de rejas por encima del nivel máximo de flujo.
  - Ventana de rebose para alivio de rejas gruesas con 0.40m de altura y 2.0m de largo.
- (PNSU,2013, p.108)

#### **3.2.1.4 Rejas medias mecánicas**

Se ha proyectado 02 canales de rejas medias mecanizadas para retener solidos si los hubiera pasado la primera unidad de desbaste. Están diseñadas para un caudal máximo de 1245 l/s. Cada reja mecánica será tipo modulante, montada en la sección del canal correspondiente con ángulo de inclinación de 75°. Esta unidad permitirá retener solidos flotantes y materiales suspendidos de las aguas residuales hasta 15mm de ancho. Los extremos de los elementos de limpieza son conectados a las cadenas impulsoras o rotativas, accionadas por una rueda dentada en un eje común y un motor montado al engranaje. La barra de rejas es limpiada por suficiente número de rastrillos (no menos de 3), conectados en cada lado a una cadena de acero inoxidable y el movimiento facilitado por ruedas cuyos rodillos deben ser libre de lubricación.

- Número de unidades: 02 canales en paralelo (funciona uno y el otro en stand by)
- Forma de operación: Automáticas mecanizadas de tipo pivotante para facilitar las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Dimensión de barras: 8 x 5 x 60mm fabricados en acero inoxidable AISI 304.
- Número mínimo de rastrillos o peines: 3 unidades de acero inoxidable AISI 304.
- Esparcimiento entre barras de 15mm.
- Angulo de inclinación respecto a la horizontal del canal 75°.
- Ancho del canal de instalación: 1800mm
- Ancho promedio de la reja sin considerar bordes de soporte: 1550mm.

- Incluirá tornillo y faja transportadora de sólidos para disposición de esto hacia el tornillo compactador.
- Considera tornillo compactador de sólidos para reducir volumen de sólidos lo que permite triturar residuos con descarga lateral a contenedor para su disposición final. Con relación al motor que permitirá la operación de las rejillas se debe precisar las siguientes consideraciones.
  - Potencia de motor: 1,50kw
  - Voltaje: 440V
  - Frecuencia: 60Hz
  - Velocidad de rotación: 10,5 min – 1

(PNSU,2013, p.109)

### **3.2.1.5 Desarenador**

El desarenador consiste en una estructura de dos canales paralelos contruidos en concreto armado por encima del nivel del terreno (anexo 01).

Las características principales de este componente son:

- Número de canales(unidades): 02 con fondo horizontal y tolva longitudinal.
- Condición de funcionamiento: 01 canal de operación y 01 en stand by
- Caudal máximo horario de operación en canal: 1245 l/s
- Ancho de canal de desarenador: 3.4m
- Nivel de agua respecto al fondo de tolva: 2.90m
- Longitud útil de cada canal desarenador: 3.80m
- Ancho de zona de acumulación de arena en tolva: 0.40m
- Ancho de canal de acumulación de arena en tolva: 0.40m
- Puente metálico de desplazamiento horizontal con 02 unidades (uno en cada canal)

Consiste en la estructura metálica de vigas perfiladas de acero y barandas de protección que permiten el desplazamiento de la bomba sumergible instalada en el fondo de cada canal desarenador que permite retirar la arena hacia el canal central. La velocidad de desplazamiento del puente rodante será de 2m/minuto. Este dispositivo facilita el retiro de la arena a lo largo de toda la tolva del desarenador. En la pasarela del puente se ubica el motor para translación, mediante 4 ruedas propulsoras (2 motrices y 2 guías) de goma para el recorrido del puente a lo largo del tanque.

El puente móvil deberá contar con elementos finales de carrera delante de las ruedas para el cambio de sentido en el largo útil de operación.

Los soportes y los rieles para el desplazamiento del cable eléctrico del desarenador serán fabricados en acero inoxidable AISI 306.

- 02 bombas centrifugas de tipo vertical sumergibles tipo vortex o similar (una para cada canal) para una altura dinámica de 4.5m y un caudal unitario de 30m<sup>3</sup>/hora. Las bombas serán soportadas por la estructura metálica tipo puente que permitirá su desplazamiento a lo largo de su tolva de arena decantada, bombeando la arena hacia el canal central. Impulsará la mezcla de agua y arena mediante una tubería de succión y de impulsión de 100mm de diámetro.
- 01 canal central para arena y agua común a ambos desarenadores: con un ancho de 0.70m y pendiente de fondo de 2.5% se ubica al centro entre los dos desarenadores. Permite recepcionar el agua con arena procedente del bombeo de cada desarenador y lo conduce a las unidades de clasificación de arenas. La pendiente de fondo del canal permite tener una velocidad mínima de 0.35m/s para evitar la sedimentación de arena en el fondo del mismo. La salida del canal se interconecta con la tubería de conducción que lleva el agua y arena hacia los clasificadores de arena.
- Tubería de conducción 150mm HD, permite conducir el flujo de agua con arena para su deshidratación en las unidades de clasificación de arenas.
- 02 clasificadores de arena mecanizados con tornillos de Arquímedes y dispositivos para drenaje del agua. Permiten la descarga de la arena hacia los contenedores desde los cuales se dispondrá en el relleno sanitario. Los clasificadores de arena permitirán retirar gran parte de la materia orgánica adherida a los granos arenosos.

(PNSU,2013, p.110)

### **3.2.1.6 Cámara de bombeo para retorno del drenaje del clasificador de arenas**

Estructura de concreto armado que consiste en una cámara de bombeo de 1.80m x 2.00m de área útil y 1.50m de altura útil, a la cual ingresa agua de drenaje (lavado) procedente del clasificador de arenas. En la cámara de bombeo se dispondrá de 02 electrobombas sumergibles para aguas residuales de min. 1.5 HP de potencia c/u, con las que se bombeará el agua del drenaje hacia el canal de ingreso al desarenador. (PNSU,2013, p.111)

### **3.2.1.7 Medidor canaleta Parshall**

Después del canal desarenador se instalará una canaleta Parshall con 0.91m de ancho de garganta (largo de garganta de 0.69 m), según se muestra en los planos hidráulicos correspondiente (anexo 01).

La canaleta Parshall será prefabricada preferentemente en fibra de vidrio (PRFV) e instalada en obra conforme a las especificaciones del proyecto con el fin de garantizar las dimensiones exactas de esta unidad. A ella se adjuntará la regla graduada para la medición del caudal según el nivel de agua registrada en el punto de medición. (PNSU,2013, p.111)



### 3.2.1.8 Caja de distribución del flujo a lagunas anaerobias

Sigue a la canaleta Parshall un canal de conducción que llega a una caja que cuenta con 04 vertederos rectangulares de pared delgada. Dichos vertederos con una longitud de 1.50m permitirán el ingreso equitativo del agua hacia las 04 cajas de cargas individuales, las cuales con una carga media de 1.20m de agua, se interconectarán cada una a las lagunas anaerobias mediante una tubería principal (fig. n°36) (fig. n°37) (anexo 01). (PNSU,2013, p.111)

Figura n°36: “Líneas de distribución a lagunas anaerobias” (PNSU,2013, p.111)

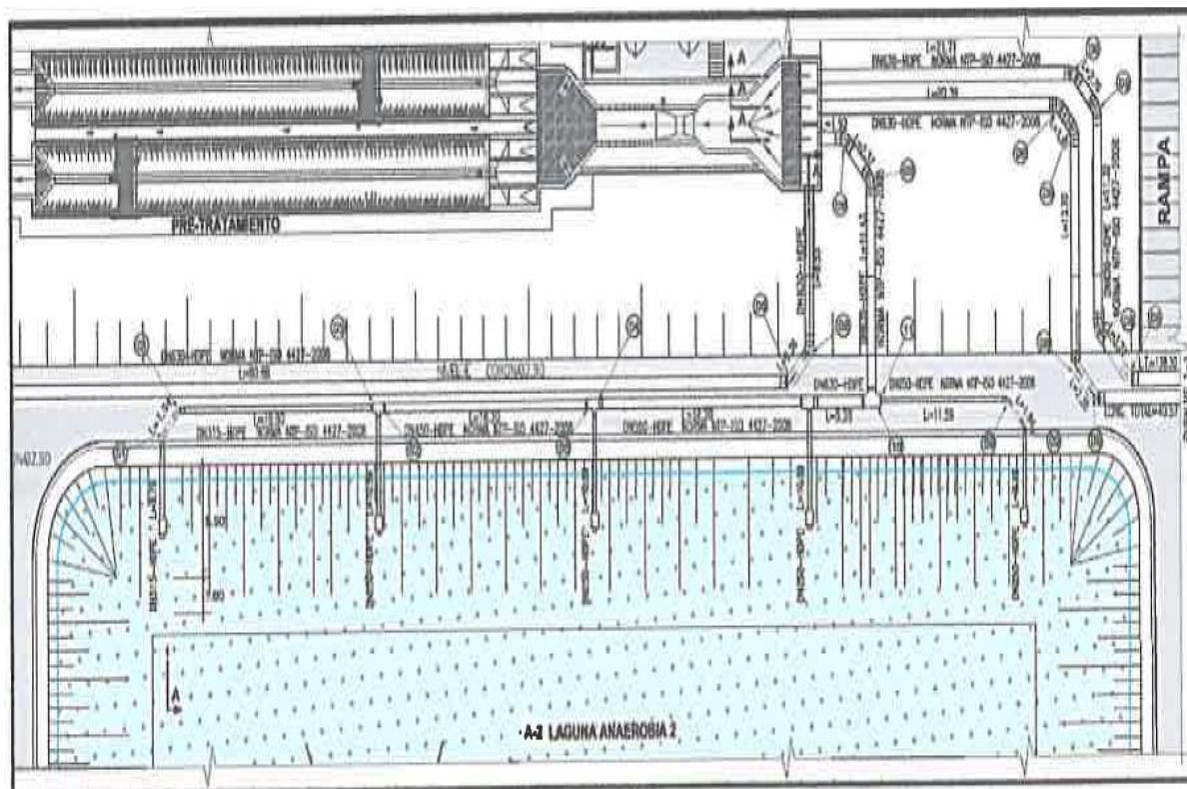


Tabla n°4: Diámetros de tuberías de distribución a lagunas anaerobias

DESCRIPCIÓN	TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN DE CAJA A LAGUNA ANAEROBIA		
	Tubería Principal - DN (mm)	Ramales - DN (mm)	Material
Laguna Anaerobia LA-1	630	200, 250, 315, 450, 560	HDPE
Laguna Anaerobia LA-2	630	250, 315, 450, 560	HDPE
Laguna Anaerobia LA-3	630	200, 250, 315, 450, 560	HDPE
Laguna Anaerobia LA-4	630	200, 250, 315, 450	-HDPE

### 3.2.2 Las fisuras en la estructura de Pretratamiento

Se procedió a las pruebas de estanqueidad en la estructura de concreto armado la Pretratamiento donde se observaron infiltraciones en la estructura por la presencia de fisuras (fig. n°37) (fig. n°38).

La aparición de fisuras en la estructura de concreto armado de la Pretratamiento, puede tener muchas causas, que puede significar que afecte la función estructural del elemento, a la durabilidad o simplemente a su apariencia estética.

La causa o las causas de la aparición de fisuras deben ser claramente determinadas antes de especificar el procedimiento de reparación.

Se determino que las fisuras no tenían problema estructural presente ni problema estructural futuro.

Las causas de la aparición de fisuras, su extensión y su implicancia incluye la revisión de planos, especificaciones y el proceso constructivo, así como la detallada inspección de campo. La intervención de reparación de fisuras en general se puede clasificar en necesarias y deseables.

Es necesario intervenir y reparar las fisuras cuando estas conducen a una disminución de la resistencia, rigidez o durabilidad de la estructura que con el tiempo pueden afectar seriamente su funcionamiento. (Torrealva, 2018)

Algunas de las fisuras en estudio produjeron cangrejeras ya sea por un mal vibrado al realizar el vaciado del concreto.

*Figura n°37: Prueba de estanqueidad*



*Figura n°38: Presencia de filtración en la estructura*



### **3.2.2.1 Tolerancias de fisuras en las estructuras de concreto**

El concreto hasta que se complete el secado del elemento lo cual puede ocurrir en un periodo que va desde el vaciado del concreto hasta 6 a 9 meses después, dependiendo las características del concreto y las condiciones ambientales.

En ambos casos, las fisuras de estos orígenes no afectan el comportamiento de la estructura siempre que se encuentren dentro del rango de tolerancia indicado en la siguiente tabla 4.1: Guía para anchos razonables de fisuras en el concreto armado bajo cargas de servicio.

Según ACI, el criterio para limitar el ancho permite del ingreso de agentes químicos o biológicos que pueden iniciar un proceso de corrosión en las armaduras de refuerzo.

El documento Bs 8007 del BRITISH STANDARD CODE OF PRACTICE FOR “Design of concrete structures for retaining aqueous liquids” admite un ancho de fisura de 0.2mm cuando se trata de estructuras contenedoras de líquido (fig. n°39), es menos riguroso aun que el ACI, que para el tipo de estructura lo limita a 0.1mm.

La intención de referimos a estas normas extranjeras es dejar en claro que la presencia de fisuras es inherente al material de concreto y que existen unos límites permisibles de anchos de fisura debajo de los cuales no afecta la función estructural del elemento. (Torrealva, 2018)



**Table 4.1—Guide to reasonable\* crack widths, reinforced concrete under service loads**

Exposure condition	Crack width	
	in.	mm
Dry air or protective membrane	0.016	0.41
Humidity, moist air, soil	0.012	0.30
Deicing chemicals	0.007	0.18
Seawater and seawater spray, wetting and drying	0.006	0.15
Water-retaining structures <sup>†</sup>	0.004	0.10

\* It should be expected that a portion of the cracks in the structure will exceed these values. With time, a significant portion can exceed these values. These are general guidelines for design to be used in conjunction with sound engineering judgement.

<sup>†</sup>Excluding nonpressure pipes.

*Figura n°39: “Design of concrete structures for retaining aqueous liquids” (Bs 8007,1987)*

### **2.7.3 Exposure and appearance**

**For the purposes of this code, both faces of a liquid-containing or liquid-excluding structural member, together with any internal walls and columns of a containment structure, are to be considered as subject to severe exposure as defined in 3.3.4 of BS 8110 : Part 1 : 1985.**

**Surfaces subjected to very severe exposure as defined in 3.3.4 of BS 8110 : Part 1 : 1985 should be designed for a maximum design crack width of 0.2 mm (see 2.2.3.3) and concrete cover and mix complying with the recommendations of BS 8110 : Part 1 : 1985, as well as 2.7.6 and 6.3. Where significant efflorescence and staining of the surface of the structure would be considered to be unacceptable, the recommendations for critical aesthetic appearance should be satisfied (see 2.2.3.3).**

## **3.3 Métodos y procedimientos**

### **3.3.1 Estudio de las fisuras**

Si bien hay varias formas de llegar a un diagnóstico, es importante que esté debidamente fundamentado y para ello es importante seguir un procedimiento que complemente todos los aspectos que puedan influir en la determinación de la causa y el diagnóstico.

Para ello se plantean los siguientes pasos:

- Recopilación de información cualitativa
- Inspección in situ
- Diagnostico

(Torrealva, 2018)

### 3.3.1.1 Recopilación de información cualitativa

Al realizar la prueba de estanqueidad (anexo2) en la estructura de Pretratamiento aparecieron fisuras donde fueron observadas por el Supervisor, Residente de Obra u otros profesionales donde se procedió a su identificación y marcado.

Se evaluó el origen y causa que ha ocasionado la aparición de las fisuras, adicionalmente para lo cual se contestó las siguientes preguntas.

¿En qué momento se nota las fisuras por primera vez?

- El 29 de noviembre de 2018

¿Cuál es la edad del concreto cuando se nota la fisura por primera vez?

- Las fisuras se dieron en concreto endurecido con una edad aproximada de 60 días.

Se inició la construcción de la estructura el 1 de octubre de 2018 y el 29 de noviembre de 2018 se realizó la prueba de estanqueidad donde se visualizó las filtraciones por la presencia de las fisuras.

¿Es una fisura activa o dormida?

- Se observaron las fisuras durante 30 días, donde se encontraron en situación estable (mismo espesor y longitud) y se determinó como fisuras dormidas.

¿Ocurre en un elemento estructural o en un elemento no estructural?

- La estructura en evaluación es de concreto armado donde las fisuras se dieron en elementos estructurales. (anexo 1).

(Torrealva, 2018)

### 3.3.1.2 Inspección IN SITU

En un grupo de profesiones donde se encontraban Supervisores, Residente de obra u otros profesionales donde se determinaron la locación, ancho, profundidad y extensión de las fisuras. Las fisuras se identificaron por apreciación visual, donde coincidieron que las fisuras no eran activas ya que no se ha amplificado ni aumentado el número de fisuras (fig. n°40, 41, 42, 43, 44, 45, 46).

*Figura N°40: Fisura área exterior debajo de cámara de reunión*



*Figura N°41: Fisura área exterior del Parshall lado izquierdo*



*Figura N°42: Fisura área exterior del Parshall lado derecho*





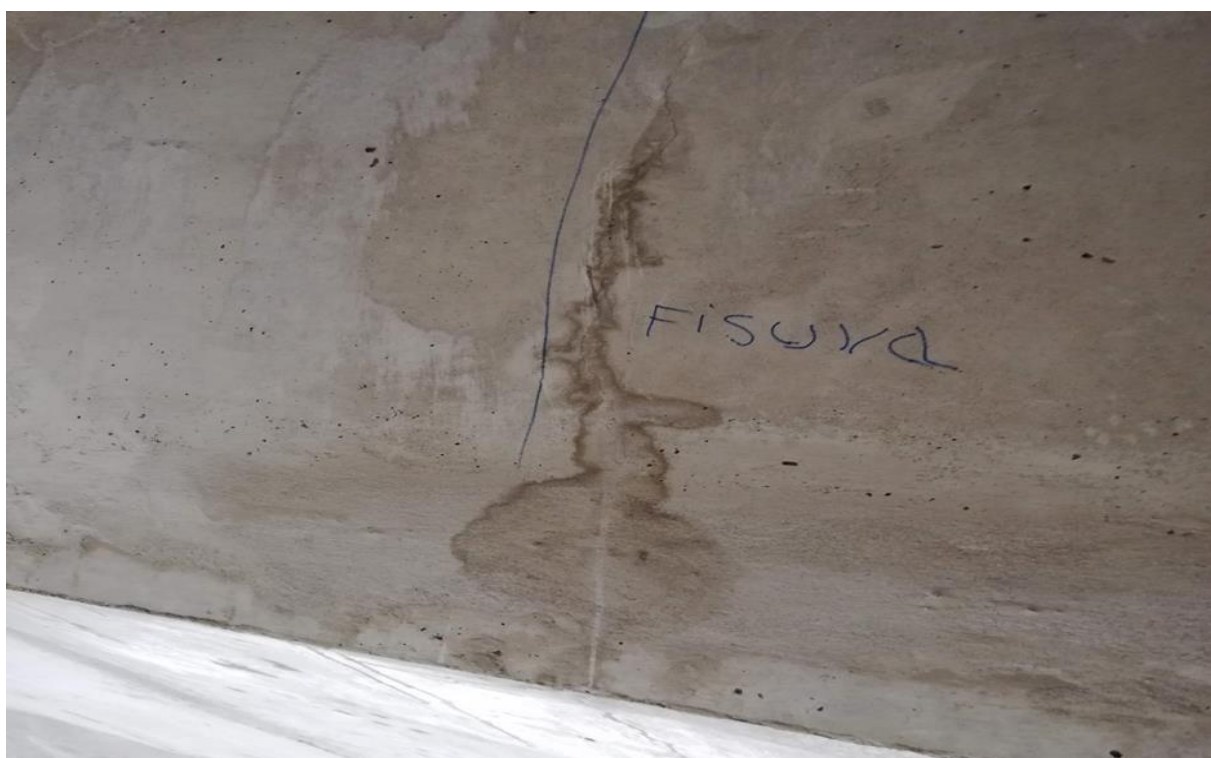
*Figura N°43: Fisura área exterior debajo del Parshall*



*Figura N°44: Fisura área exterior del Desarenador lado izquierdo*



*Figura N°45: Fisura área exterior debajo del Desarenador*



*Figura N°46: Fisura área exterior debajo de cámara de distribución*





### 3.3.1.3 Diagnóstico

Se determinó que las causas de las fisuras, fueron por prácticas constructivas inadecuadas (un mal proceso constructivo) ya que eran fisuras dormidas y no se aparecieron más en el transcurso del tiempo. Otros factores eran que algunos vaciados se realizaron en la noche con el mismo personal del turno de la mañana, lo cual el rendimiento del personal no era el mismo y la iluminación no era muy buena, así causando errores en el procedimiento constructivo.

### 3.3.2 Solución de reparación de las fisuras

#### 3.3.2.1 Perfilado y sellado

##### 3.3.2.1.1 Identificación de las fisuras

En evaluación IN SITU con los profesionales responsables, se identifican todas las fisuras, donde se marcaron con plumón indeleble para su reparación.

##### 3.3.2.1.2 Perfilado

Se realizó un corte del concreto aproximado de 1 cm sobre las fisuras. Se limpió la superficie del concreto picando con un cincel o rotomartillo demoledor, toda la superficie expuesta y dañada, eliminándose todo material suelto hasta llegar al concreto endurecido, entendiéndose por este último un concreto que este compacto, libre de impurezas y material mal adherido (fig. n°47, 48, 49).

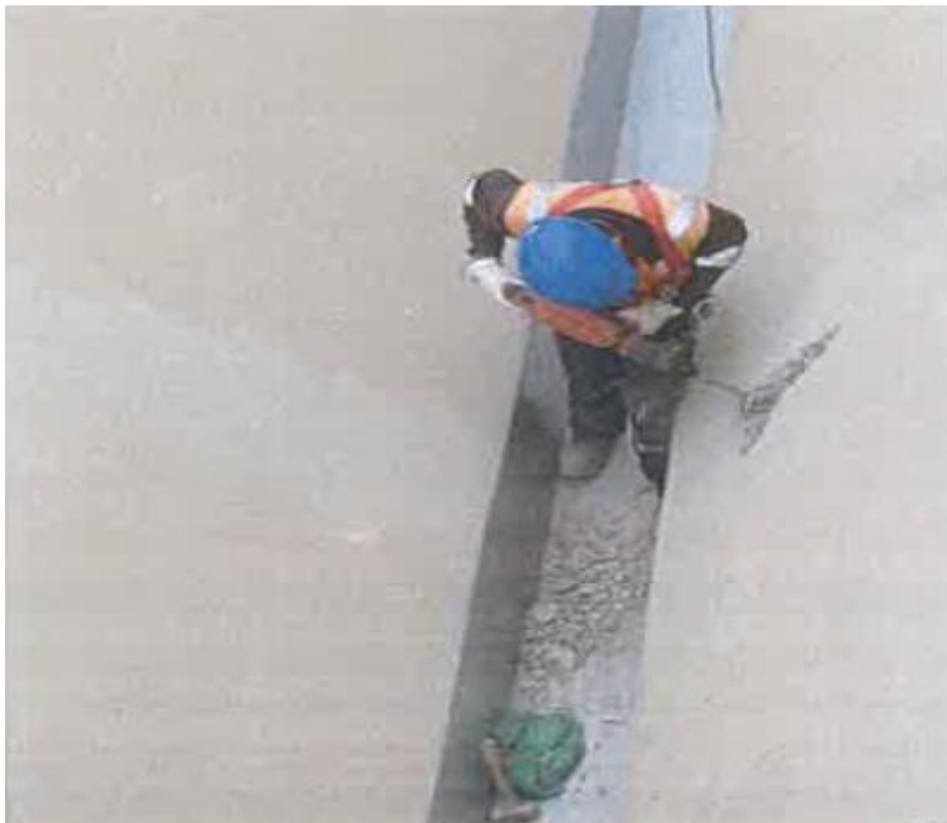
*Figura n°47: Fondo del Desarenador*



*Figura n°48:* Fondo inclinado del Desarenador lado derecho



*Figura n°49:* Fondo inclinado del Desarenador lado izquierdo



### **3.3.2.1.3 Limpieza**

Consiste en retirar cualquier material contaminado en la fisura a repararse, tanto como sea posible. Los contaminantes tales como el aceite, la grasa, el polvo o las partículas finas del concreto que puedan impedir la penetración y adherencia de la resina epoxi y morteros reparadores, y reduzcan la efectividad de las reparaciones.

La contaminación se eliminó por aspiración y lavado con agua.

Luego se dejó transcurrir tiempo suficiente para que se seque al aire.

(Sika,2019)

### **3.3.2.1.4 Preparado**

#### **3.3.2.1.4.1 Preparado de resina epoxi**

La resina epoxi que se aplicó en esta reparación es Sikadur-32 Gel que es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes. Donde se mezclan totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, se revolvió con un agitador mecánico (paleta mezcladora) durante 3-5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea, evitando el aire atrapado (anexo n°03). (Sika, 2019)

#### **3.3.2.1.4.2 Preparado de mortero reparador**

El mortero que se aplicó en la reparación de las fisuras es Sika Rep-500, es un mortero predosificado de alta calidad, está basado en aglomerantes cementicios, fibras sintéticas, micro sílice, aditivos especiales y agregados inertes de granulometría controlada. Donde se mezcló entre 0.14 a 0.16 litros de agua por kilo de Sika Rep-500, se revolvió con un agitador mecánico (paleta mezcladora) hasta obtener una consistencia uniforme.

El Sika Rep-500 es un reconstructor de concreto que luego de 7 días de su aplicación tiene una resistencia de  $500 \text{ kg/cm}^2$  (anexo n°04). (Sika, 2019)

#### **3.3.2.1.4.3 Preparado de mortero reparador**

El mortero que se aplicó a la reparación de las fisuras que se transformaron en cangrejeras, es el Sika Grout-212 es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos con avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos. El Sika Grout-212 es un reconstructor de concreto que luego de 28 días de su aplicación tiene una resistencia de  $750 \text{ kg/cm}^2$ .

Donde se mezcla con 3 a 3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg.

Se agrega inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua amasado, luego se agrega el Sika Grout-212 y por último el resto del agua.

El mezclado debe prolongarse durante 4 minutos, lo cual se utilizó mezcladora mecánica para el mortero.

Este mortero no presenta retracción una vez aplicado debido al efecto expansor que se produce en la mezcla la expansión residual que se presenta es de aproximadamente 1% (anexo n°05). (Sika, 2019)

#### **3.3.2.1.4.4 Preparado del curador**

Al reparar las fisuras con los morteros reparadores se aplicó el SikaCem curador que es un curador químico de concreto y morteros que forma una película impermeable al agua y el aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del mortero. Donde es un líquido que se aplica directamente al mortero o concreto, no es mezclado con ningún otro material (anexo n°06). (Sika, 2019)

#### **3.3.2.1.4.5 Preparado del revestido epóxico**

La estructura de Pretratamiento estará en contacto de aguas residuales lo cual se protege la estructura con CHEMALKACID que es un recubridor epóxico de dos componentes libre de solventes con alta resistencia química, mecánica y ataques químicos.

Donde se mezcla la Parte B sobre la Parte A y mezclar manualmente o con un taladro a 350 rpm teniendo cuidado de formar la menor cantidad posible de aire y dejar reposar unos minutos antes de aplicar (anexo n°07). (Sika, 2019)

#### **3.3.2.1.5 Aplicado**

Al utilizar la resina epoxi el Sikadur-32 gel se aplicó con rocha sobre las superficies ya preparadas(fisuras).

La resina epoxi Sikadur-32 gel sirve como puente de adherencia entre el concreto y el mortero reparador Sika Rep-500 o Sika Grout-212.

En las fisuras luego de emplear la resina epoxi se aplicó el mortero reparador Sika Rep-500, en los casos donde las fisuras tenían espesores mayores a 2 cm se aplicaba en 2 capas. La primera capa se restregó sobre la superficie dañada para asegurar la adherencia y la compactación de la mezcla, además para dejar una determinación rugosa o peinada para mejorar el anclaje. La segunda capa se aplica luego de que la primera haya endurecido. Las capas no deben ser mayores de 2cm de espesor.

En las cangrejas luego de emplear la resina epoxi se realizó un encofrado hermético de la zona afectada, dejando en la parte superior una cachimba, una especie de embudo, donde se vaciará el mortero reparador Sika Grout-212, una vez vaciado el mortero en el área encofrada, se aplicará ligeros golpes con un martillo de goma, hasta llegar al nivel superior de la cachimba.

En casos de tener espesores mayores de 5cm, se recomendó mezclar con gravilla de 10mm (tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de Sika Grout-212 por 10kg de gravilla).

En todas las zonas reparadas en la estructura se realizó un curado por 3 días, con SikaCem curador.

Luego de todas las reparaciones en la estructura de concreto armado Pretratamiento (fig. n°50 a, b, c, d, e, f) y haber realizado las pruebas de estanqueidad sin observar ninguna infiltración se procedió al recubrimiento de la estructura con el recubridor CHEMALKACID. (Sika, 2019)

*Figura n°50: Reparación área interior del muro desarenador*

**A**



**B**





C



D



**E**



**F**



### 3.4 Técnicas e instrumentos

Formato n°5: Matriz general de consistencia

<b>Título:</b> Probables causas y soluciones de la fisuración de la estructura de la Pretratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas San Martin-Piura. <b>PIURA-PERÚ 2019.</b> <b>Presentado por:</b> Miguel Angel Cruz Ruiz				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables/Indicadores	Metodología
<b>General:</b> ¿Fisuras en la estructura de concreto armado Pretratamiento?	<b>General:</b> Determinar las probables causas y soluciones de la fisuración en la estructura de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas San Martín - Piura.	<b>General:</b> Al estudiar las causas de la fisuración en el concreto brinda soluciones para la fisuración de la estructura de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas San Martín – Piura.	<b>Unidad de análisis:</b> Concreto <b>Variable dependiente:</b> Reparación de fisuras <b>Dimensión:</b> Personal calificado. Procedimiento de reparación Buenos productos.	<b>Enfoque:</b> Cualitativo <b>Diseño:</b> Investigación-Acción <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Tipo:</b> Básica/Aplicada <b>Métodos:</b> Perfilado y sellado
<b>Específicos:</b> 1. ¿Filtraciones de líquido en la estructura de Pretratamiento? 2. ¿Falta de mano calificada para las reparaciones de la estructura? 3. ¿Falta de equipos no destructivos para la identificación de las fisuras?	<b>Específicos:</b> 1. Estudiar las razones por las que el concreto se fisura. 2. Proponer alternativas y soluciones a las fisuras. 3. Ensayar una de las soluciones en la estructura.	<b>Específicos:</b> 1. La forma de identificación de las fisuras es la correcta. 2. El proceso de reparación es el correcto. 3. Los materiales para la reparación de las fisuras es la correcta. <b>Justificación:</b> El concreto es muy susceptible a las fisuras. <b>Importancia:</b> Conocer el porqué de las fisuras.	<b>Indicadores:</b> Pruebas de estanqueidad	<b>Técnicas e instrumentos:</b> Formato n°5: Matriz general de consistencia

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Resultados**

- Luego de haber realizado todas las reparaciones de las fisuras identificadas, se realizó una nueva prueba de estanqueidad, donde se observaron nuevas infiltraciones a causas de las fisuras no identificadas en la estructura de Pretratamiento, ya que se identificaron de forma visual.
- En algunos casos las fisuras ya reparadas, se tuvieron que reparar nuevamente ya que el personal que realizó dichas reparaciones, no era calificado.
- Al haber aplicado la resina epoxi Sikadur-32, tuvo un buen comportamiento, ya que es un buen adhesivo entre el concreto antiguo y el mortero reparador que se va a utilizar en las fisuras.
- Los morteros cementicios Sika Rep-500 y Sika Grout-212, se aplicaron bien ya que son morteros que sobrepasan la resistencia del concreto de la estructura en estudio.
- El adhesivo y los morteros cementicios que se aplicaron de forma correcta cumplieron con su función de reparación.
- Luego de varias pruebas de estanqueidad y definiendo las fisuras visualmente, la estructura de Pretratamiento está en funcionamiento (mayo 2019).

### **4.2 Discusión**

- Ante el proceso de identificación de las fisuras, que se realizó visualmente provocaron muchos errores ya que no se podían identificar con exactitud las fisuras, lo que sucedió fueron pérdidas de tiempo, dinero ya que se realizaron varias pruebas de estanqueidad y nuevas reparaciones.
- El personal que realizaba estos trabajos no era especializado, ya que no conocían su proceso de ejecución en lo que solo recibían ordenes de los ingenieros, sin saber que función tenía cada producto que se utilizó y así provocando una doble reparación en las fisuras ya reparadas.

## **CONCLUSIONES**

- Se realizó el estudio de las causas de las fisuras donde se determinó un diagnóstico que estableció el por qué se dieron dichas anomalías, también nos brindó elegir qué tipo de solución de reparación se debe aplicar, así que se decidió por perfilado y sellado que ha funcionado bien, ya que en la actualidad la estructura está en funcionamiento (mayo 2019).
- La resina epoxi Sikadur-32 y los morteros cementicios como es el Sika Rep-500 y el Sika Grout-212 que se aplicó en la reparación de fisuras para esta estructura de concreto armado que contiene líquido, tienen buenas características y buen comportamiento para este tipo de fallas.

## RECOMENDACIONES

- Para la identificación de las fisuras utilizar un método no destructivo como es el ultrasonido que permitirá la identificación de las fisuras en toda la estructura y hasta en las mismas reparaciones.
- Realizar testigos de yeso para determinar si son fisuras activas o dormidas.
- Contratar personal capacitado y calificado para las reparaciones de fisuras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguedo, K., Alvaron, A., Minaya, G., Justiniano, H. (2014). Disponible en:

<https://es.slideshare.net/KeJht/contraccion-y-retraccion-del-concreto> [accesado el 22 de febrero de 2019]

BS 8007. (1987). Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/315007644/BS-8007-1987:bs8007> [accesado el 10 de mayo de 2019]

De los Ángeles, M y Gutiérrez, A. (2011). *Caracterización de fisuras en vigas de concreto reforzado con adición de fibras de polipropileno sometidas a flexión dinámica* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Galindo, J. (2012). Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/11784800/> [accesado el 22 de febrero de 2019]

Galván, M y Velásquez, L. (2013). Disponible en: <https://es.slideshare.net/luisbetovelnu/postensado> [accesado el 22 de febrero de 2019]

Google maps, (2019). Disponible en:

<https://www.google.com/maps/place/Parque+ecol%C3%B3gico+Kurt+Beer/@-5.2093393,-80.6751763,1561m/data=!3m1!1e3!4m3!1m7!3m6!1s0x904a107c793c39b7:0x1de8948d1c01fe28!2sPiura!3b1!8m2!3d-5.1782884!4d-80.6548882!3m4!1s0x904a1a50ff65e271:0x7044809dae300574!8m2!3d-5.2081003!4d-80.6673717> [accesado el 10 de mayo de 2019]

Instituto Americano del Concreto 224 - ACI 224. (1993). Causas, Evaluación y Reparación de fisuras en Estructuras de Concreto. Disponible en: [https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Control\\_de\\_la\\_fisuracion.pdf](https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Control_de_la_fisuracion.pdf) [accesado el 20 de febrero 2019]

León, A. (20 de diciembre de 2015). Ingeniería Estructural [Mensaje en un blog]. Disponible en: <http://ingenieroantonioleon.blogspot.com/2015/12/oquedades-cangrejeras-o-vacios-en-el.html>

Montejo, A., Montejó, F., y Montejó, A. (2013). *Tecnología y patología del concreto armado*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

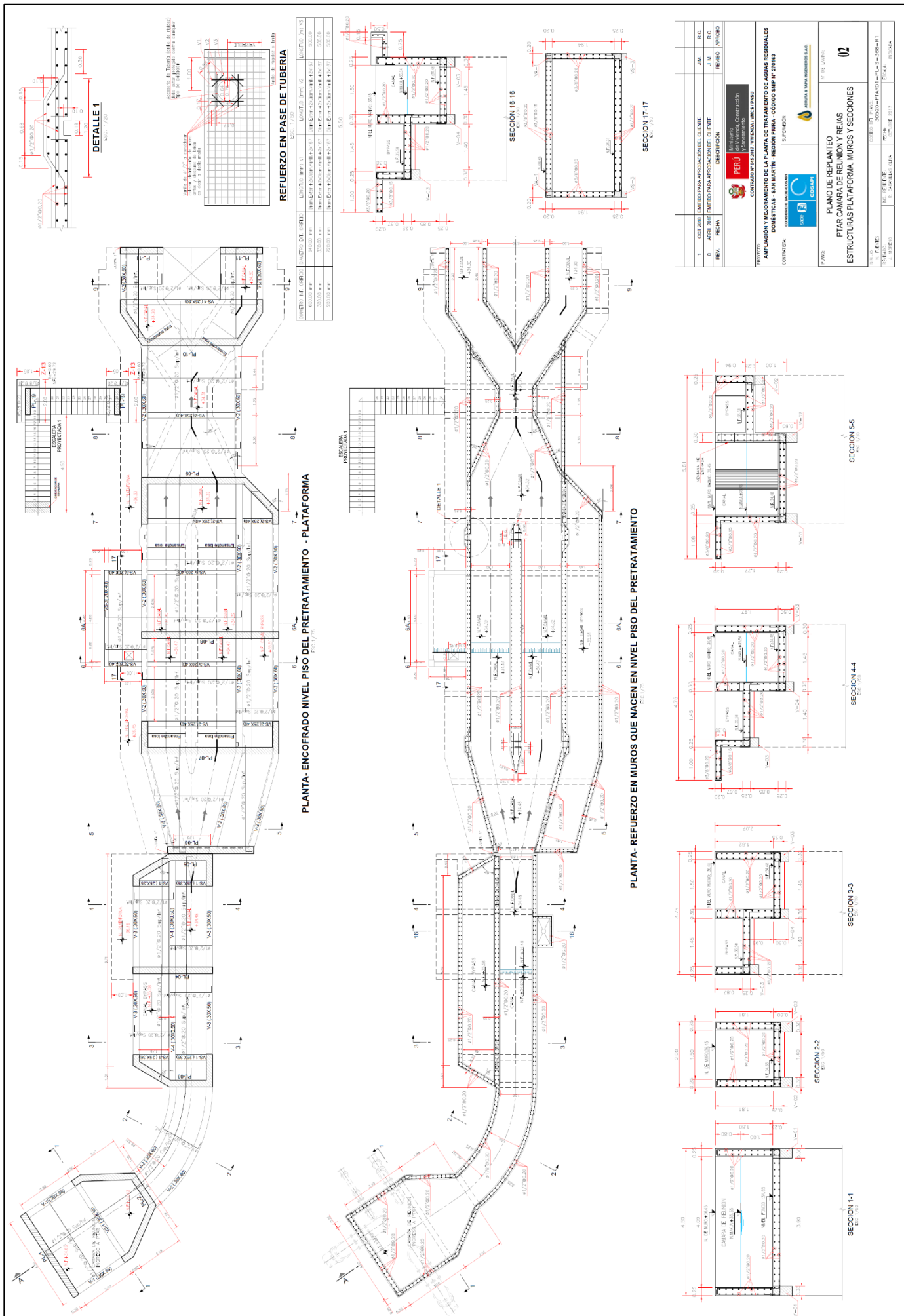
NN. (2019). <http://www.parro.com.ar/definicion-de-esfuerzo+de+tracci%C3%B3n> [accesado el 22 de febrero de 2019]

- NN. (2018). Disponible en: <https://www.significados.com/random/> [accesado el 22 de febrero de 2019]
- NN. (2009). Disponible en: <https://es.thefreedictionary.com/fraguado> [accesado el 22 de febrero de 2019]
- Osorio, J. (19 de enero de 2011). Módulo de elasticidad [Mensaje en un blog]. Disponible en : <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>
- Programa Nacional de Saneamiento Urbano- PNSU. (2013). Expediente técnico del proyecto "Ampliación y mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales"-San Martín, Región Piura-SNIP 270163. Disponible en: <http://ofi4.mef.gob.pe/bp/ConsultarPIP/frmConsultarPIP.asp?&accion=consultar&txtCodigo=270163> [accesado el 10 de mayo de 2019]
- Quispe, K. (2018). *Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE. (2016). Norma técnica peruana E.030 Diseño Sismorresistente. Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm> [accesado el 10 de junio 2019]
- SIKA.(2019). Soluciones y productos. Disponible en: <https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/publicaciones/articulos-tecnicos/Por-que-se-fisura-el-concreto.html> [accesado el 28 de mayo 2019]
- Torrealva,D. (2018). *Guía para la identificación, evaluación y reparación de fisuras en elementos de concreto armado y mampostería*. Lima: SENCICO.
- Valero, J. (2015). *Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

## ANEXO 01: Planos Estructurales

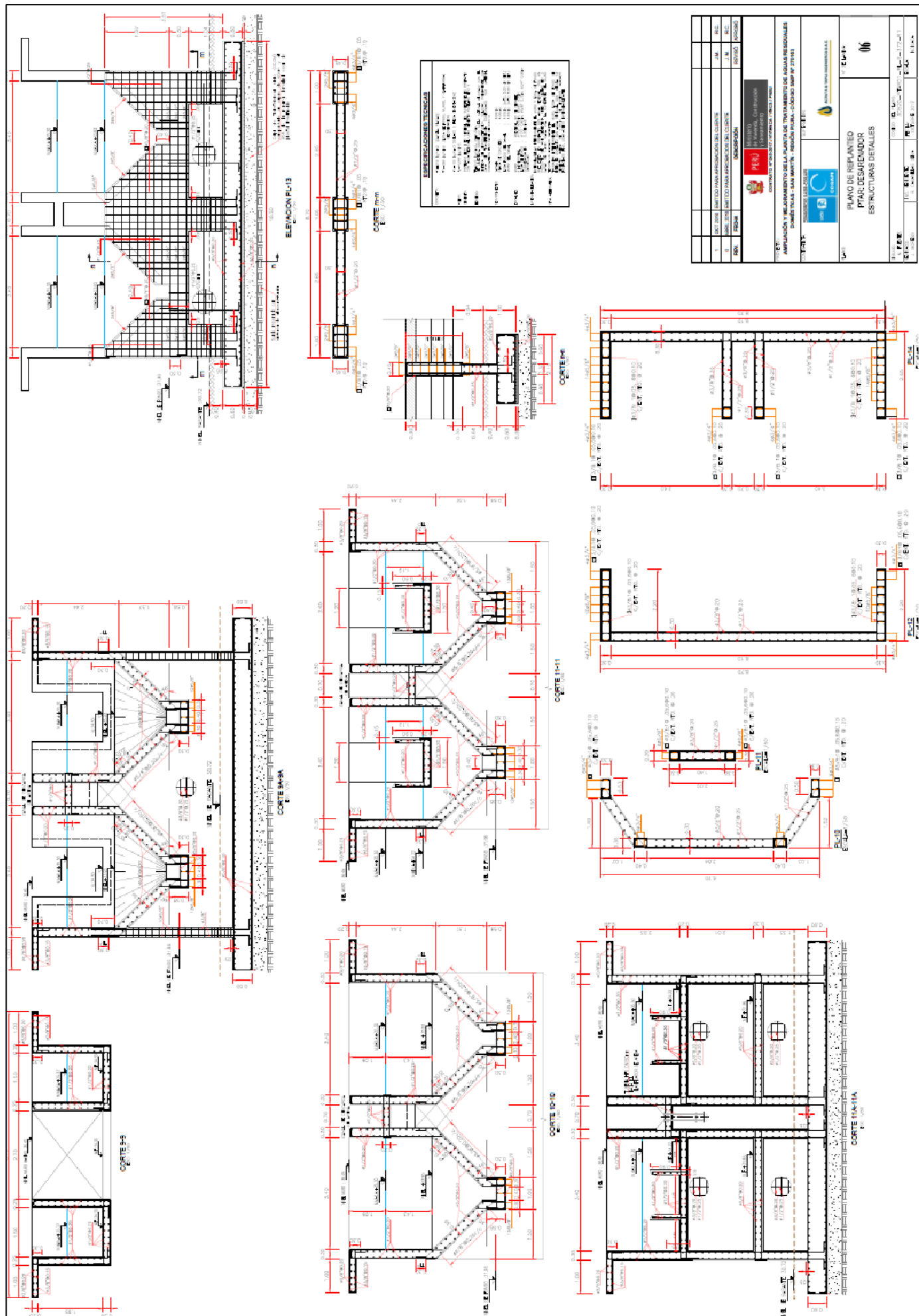






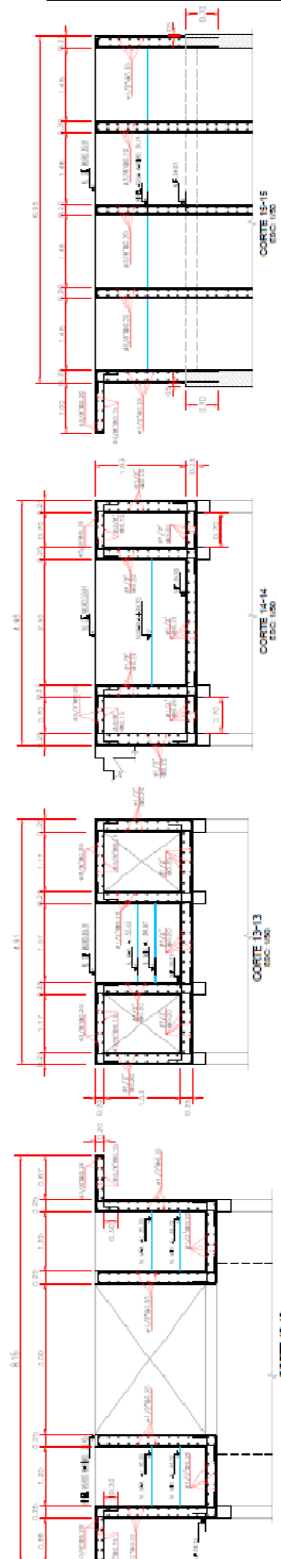
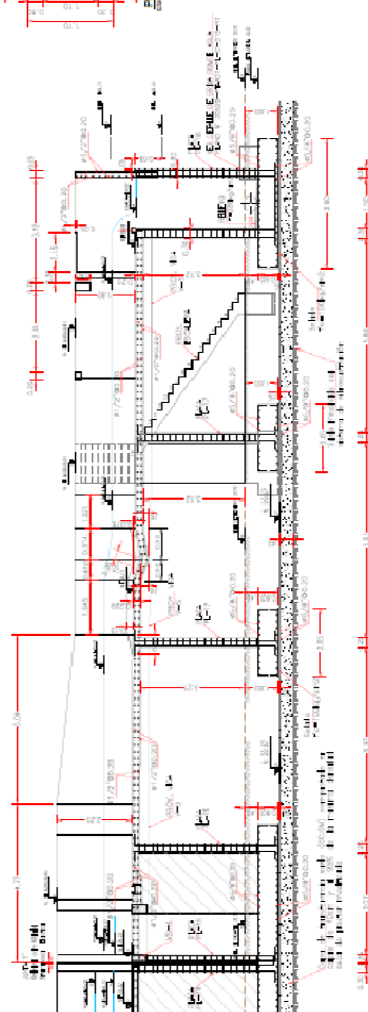
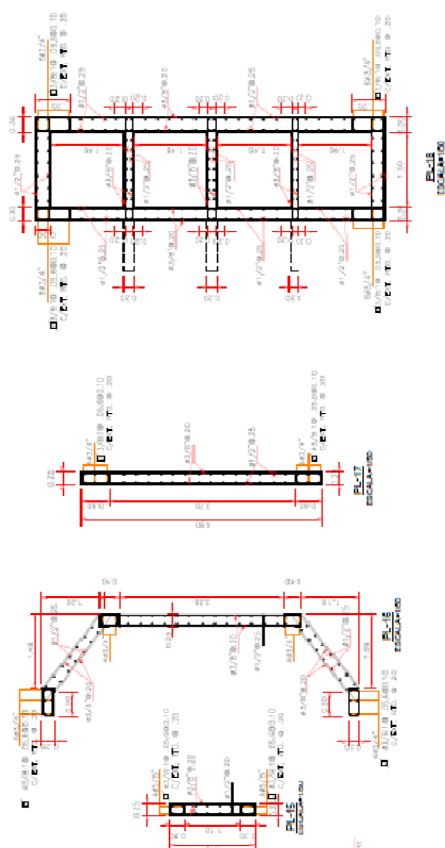
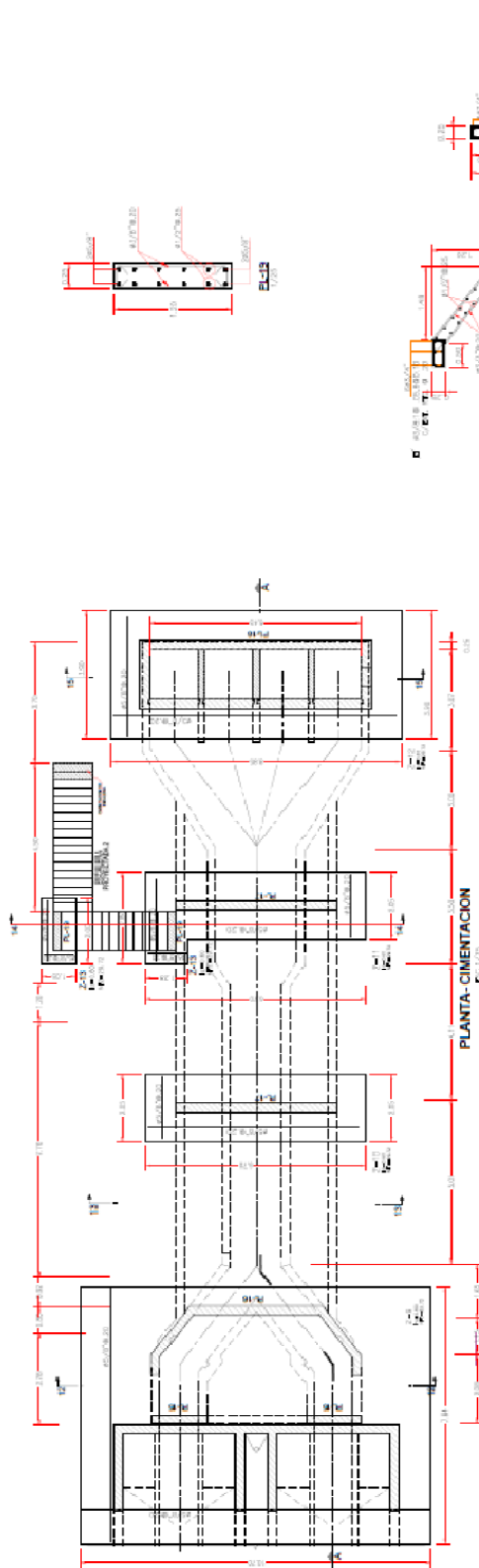








## ESPECIFICACIONES TECNICAS

[illegible]

1	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	JUE	12/12
2	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	13/12
3	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	14/12
4	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	15/12
5	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	16/12
6	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	17/12
7	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	18/12
8	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	19/12
9	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	20/12
10	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	21/12
11	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	22/12
12	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	23/12
13	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	24/12
14	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	25/12
15	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	26/12
16	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	27/12
17	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	28/12
18	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	29/12
19	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	30/12
20	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	31/12
21	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	01/01
22	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	02/01
23	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	03/01
24	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	04/01
25	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	05/01
26	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	06/01
27	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	07/01
28	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	08/01
29	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	09/01
30	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	10/01
31	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	11/01
32	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	12/01
33	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	13/01
34	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	14/01
35	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	15/01
36	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	16/01
37	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	17/01
38	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	18/01
39	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	19/01
40	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	20/01
41	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	21/01
42	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	22/01
43	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	23/01
44	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	24/01
45	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	25/01
46	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	26/01
47	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	27/01
48	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	28/01
49	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	29/01
50	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	30/01
51	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	31/01
52	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	01/02
53	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	02/02
54	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	03/02
55	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	04/02
56	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	05/02
57	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	06/02
58	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	07/02
59	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	08/02
60	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	09/02
61	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	10/02
62	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	11/02
63	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	12/02
64	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	13/02
65	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	14/02
66	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	15/02
67	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	16/02
68	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	17/02
69	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	18/02
70	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	19/02
71	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	20/02
72	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	21/02
73	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	22/02
74	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	23/02
75	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	24/02
76	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	25/02
77	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	26/02
78	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	27/02
79	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	28/02
80	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	29/02
81	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	30/02
82	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	01/03
83	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	02/03
84	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	03/03
85	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	04/03
86	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	05/03
87	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	06/03
88	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	07/03
89	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	08/03
90	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	09/03
91	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	10/03
92	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	11/03
93	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	12/03
94	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	13/03
95	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	14/03
96	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	15/03
97	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	16/03
98	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	VIE	17/03
99	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	SAB	18/03
100	047 2715	186 TOLUANA APPLICACIONES CLIMATIZ	DOM	19/03



## ANEXO 02: Procedimiento para pruebas de estanqueidad

## SECCIÓN 20: PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

### 1. PRUEBAS HIDRÁULICAS Y DE GOTEO

#### 1.1 PRUEBAS

Las estructuras destinadas a contener agua serán probadas hidráulicamente.

Los sistemas cerrados o sellados (tuberías y accesorios) se probarán a la presión hidráulica que se especificará (generalmente 200 psi).

Las estructuras abiertas (a la presión atmosférica) serán probadas llenándolas con agua hasta el nivel determinado o al máximo nivel de la superficie libre y observando por lo menos por cuarenta y ocho (48) horas la posible presencia de fugas en la superficie (pared) exterior, especialmente en las áreas cercanas a (en) las juntas de construcción.

Se tomará el nivel de agua antes y después de la prueba de 48 horas; el descenso del nivel será de acuerdo a las normas establecidas y/o aceptada por el Ingeniero Inspector de la Obra.

#### 1.2 REPARACIÓN

Si aparecen fugas, se vaciará el agua y se procederá a reparar todas las fugas por pequeñas que sean, de acuerdo a las técnicas usuales.

Luego se volverá a llenar la(s) estructura(s) de acuerdo a lo indicado y someterla(s) a nueva prueba hidráulica y de goteo.

#### 1.3 ACEPTACIÓN

Sólo se aceptará la obra, cuando la(s) estructura(s) sometida(s) a la(s) prueba(s) hidráulica(s) respectiva(s) no presente(n) fugas o goteo de agua.



## ANEXO 03: Ficha técnica Sikadur-32



# HOJA PROVISIONAL DE DATOS DEL PRODUCTO 2019-05-30

## Sikadur®-32 Gel

### PUENTE DE ADHERENCIA

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

#### USOS

Sikadur®-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas
- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a tracción

#### CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881  
Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.  
Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
<b>Color</b>	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
<b>Densidad</b>	1,6 kg/dm <sup>3</sup>

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>1 Día</b>	<b>75 MPa</b>	(ASTM D 695)
	<b>10 Días</b>	<b>90 MPa</b>	
<b>Resistencia a Flexión</b>	<b>10 Días</b>	<b>34 MPa</b>	(ASTM C580)

Resistencia a la Tensión	14.050 kgf	
Resistencia a la Adherencia	> 13 MPa	(ASTM C 882)

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	A : B = 2 : 1 (en peso)
Consumo	El consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m <sup>2</sup> , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.
Duración de la Mezcla	25 minutos

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

#### Metales

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

#### MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).



## ANEXO 04: Ficha técnica Sika Rep-500



## HOJA PROVISIONAL DE DATOS DEL PRODUCTO 2019-05-30

# SikaRep®-500

### MORTERO REFORZADO CON FIBRAS PARA REPARACIÓN

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika Rep®-500 es un mortero predosificado de alta calidad, de un componente listo para usar con solo agregar agua, tiene característica tixotrópicas que permite ser usado sobre cabeza sin escurrir, está basado en aglomerantes cementicios, fibras sintéticas, micro sílice, aditivos especiales y agregados inertes de granulometría controlada.

#### USOS

- Reparación estructural de elementos de concreto.
- Reconstrucción de concreto en aplicaciones verticales, horizontales y cielo raso.
- Reparación de vigas, losas, muros y pavimentos, estanques de agua potable, obras hidráulicas, túneles, puentes, canales y obras de concreto en general.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar con propiedades tixotrópicas y buena trabajabilidad incluso en aplicación sobre cabeza
- Buena adherencia a concreto, acero, piedra, albañilería
- Buena estabilidad dimensional
- Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Expansión térmica similar al concreto
- Alta resistencia a compresión, flexión y tracción
- Alta resistencia al desgaste
- Rápida puesta en servicio

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Saco de 30 kg.
Apariencia / Color	Polvo color gris
Vida Útil	9 meses
Condiciones de Almacenamiento	Sika Rep® -500 debe mantenerse en sitio fresco, seco y bajo techo, en estas condiciones se puede almacenar en su envase cerrado original durante 9 meses.

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 día 250 kgf/cm<sup>2</sup></li> <li>• 3 días 450 kgf/cm<sup>2</sup></li> <li>• 7 días 500 kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>
-----------------------------	--

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Consumo

1 bolsa equivale a 16 litros de mezcla preparada

### INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

#### CALIDAD DEL SUSTRATO PRE-TRATAMIENTO

La superficie debe estar limpia, libre de grasa y polvo, cemento u otras materias extrañas, antes de la aplicación del producto humedezca la superficie evitando empozamiento

#### MEZCLADO

Agregar entre 0.14 – 0.16 litros de agua por kilo de Sika Rep® -500 (El porcentaje de agua puede variar según la consistencia requerida), mezclar manual o mecánicamente hasta obtener consistencia uniforme. Aplicar los productos antes de transcurridos 20 minutos de su preparación.

#### APLICACIÓN

- Colocar con temperaturas mayores a 5°C
- Aplicar con llana plana en áreas pequeñas
- Espesor mínimo de aplicación: 5 mm.
- Aplicar en capas subsecuentes de espesor no mayor a 2 cm cada una.
- La primera capa debe ser restregada sobre la superficie para asegurar la adherencia y la compactación de la mezcla
- La segunda capa debe ser aplicada cuando la primera haya endurecido
- Debe dejar una terminación superficial rugosa o peinada en la primera capa para mejorar anclaje de la capa siguiente
- Terminar con llana o una esponja húmeda

#### TRATAMIENTO DE CURADO

Mantener el producto húmedo por lo menos durante los tres primeros días; en tiempo caluroso proteger del sol directo y del viento.

### NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

### RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

### ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

## ANEXO 05: Ficha técnica Sika Grout-212



# HOJA TÉCNICA

## SikaGrout®-212

Mortero Predosificado para anclajes y Nivelación de Máquinas y Estructuras

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikagrout®-212 es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos.

Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez.

No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla. La expansión residual que se presenta es de aproximadamente 1%.

Sikagrout®-212 se utiliza en aplicaciones en maquinarias y estructuras de alta exigencia en cuanto a resistencia mecánica y fluidez.

#### USOS

- Fijación y nivelación de maquinaria pesada.
- Relleno bajo columnas de acero.
- Anclaje de pernos.
- Inyecciones de mortero.
- Rellenos y anclajes en puentes y estructuras prefabricadas.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas.
- Alta capacidad de escurrimiento.
- Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas.
- Material predosificado.
- Rápida puesta en servicio.
- No contiene elementos metálicos ni cloruros.

### DATOS BÁSICOS

#### FORMA

#### ASPECTO

Polvo

#### COLOR

Gris

#### PRESENTACIÓN

Bolsa de 30 Kg.

ALMACENAMIENTO	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Debe ser almacenado en un lugar seco y fresco, en estas condiciones tiene una duración de 9 meses en su envase original cerrado.								
DATOS TÉCNICOS	<b>DENSIDAD</b> 1.89 kg/L (Seco) 2.34 kg/L ± 0.05 (Mezcla) Mezcla de cementos, áridos y aditivos <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> <table><tr><td>24 horas</td><td>7 días</td><td>28 días</td></tr><tr><td>300 kgf/cm²</td><td>500 kgf/cm²</td><td>750 kgf/cm²</td></tr></table> <b>FLUIDEZ SEGÚN NORMA ASTM C-230 (26.6 °C , 52.2% HR)</b> > 176% <b>MESA FLOW</b> > 28 cm <b>NORMA</b> El SikaGrout®-212 cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado "A". <b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> SikaGrout®-212 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)			24 horas	7 días	28 días	300 kgf/cm²	500 kgf/cm²	750 kgf/cm²
24 horas	7 días	28 días							
300 kgf/cm²	500 kgf/cm²	750 kgf/cm²							

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg. de Sikagrout®-212.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE</b> <p>El concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. El concreto debe saturarse con agua, sin que exista agua superficial en el momento de la aplicación. La condición de saturación es especialmente importante cuando se utiliza una consistencia muy fluida.</p> <p>Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros.</p> <p>Para vaciar SikaGrout®-212 deben confeccionarse moldes alrededor de la placa base. Los moldes deben ser absolutamente estables y no deben absorber agua de la mezcla. Los moldes deben quedar 5 a 10 cm separados de la placa para permitir el vaciado de SikaGrout®-212. La altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, debe ser de 3 cm o más, según el ancho de la placa.</p> <b>PREPARACIÓN DEL PRODUCTO</b> <p>Sikagrout®-212 debe mezclarse con 3,0 -3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg</p> <p>Agregue inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado, luego agregue Sikagrout®-212 y por último el resto de agua. El mezclado debe prolongarse durante 4 minutos. Utilice mezcladoras mecánicas o taladro de bajas revoluciones para el mortero y el concreto.</p> <p>Se puede obtener una consistencia plástica o seca, agregando una cantidad de agua menor a la indicada.</p>

---

#### METODO DE APLICACIÓN

Sikagrout®-212 se debe vaciar por un lado de la placa, hasta que escurra hacia el lado opuesto. Para ayudar al vaciado se pueden utilizar cables de acero o vibradores de inmersión.

La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación.

#### CURADO

Una vez finalizada la colocación, el mortero Sikagrout®- 212 debe cubrirse con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

#### ESPESORES MAYORES

En caso de rellenos bajo placas, en espesores mayores de 5 cm se recomienda mezclar con gravilla de 10 mm de tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de SikaGrout®-212 por 10 kg de gravilla. Para espesores mayores a 30 cm, puede utilizarse gravilla de tamaño máximo de 20 mm en proporción de 1 parte en peso de SikaGrout®-212 por 0.50 partes de gravilla.

---

### INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

---

#### PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

---

#### OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

---

#### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

## ANEXO 06: Ficha técnica SikaCem curador

## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem® Curador

### CURADOR QUÍMICO PARA CONCRETO Y MORTERO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.

#### USOS

- Techos
- Losas o pisos
- Vigas y/o columnas
- Veredas
- Rampas de acceso
- Canales de riego
- Carreteras
- Puentes
- Construcciones en generales de concreto

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y la mano de obra.

Después de 3 horas de aplicado, SikaCem® Curador no es afectado por las lluvias y su efecto se mantiene durante 3 semanas mínimo.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Balde x 4 L</li> <li>▪ Balde x 20 L</li> </ul>
Apariencia / Color	Incoloro
Vida Útil	2 años
Condiciones de Almacenamiento	SikaCem® Curador puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C .
Densidad	1.11 +/- 0.01 Kg/L

---

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

---

### Consumo

Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m<sup>2</sup> por litro de SikaCem® Curador 0,2 L/m<sup>2</sup>.

---

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Curador se aplica sobre la superficie del concreto fresco, una vez que este haya adquirido una tonalidad opaca superficialmente, es decir, en cuanto haya evaporado el exceso de agua de mezcla, tiempo que puede estar entre media hora y tres horas después de finalizada su colocación, dependiendo del viento y la temperatura ambiente.

Se debe agitar el contenido de los envases antes de su aplicación.

Es recomendable el uso de pulverizadores (fumigadores) para su uso y rendimiento óptimo, mas SikaCem® Curador puede ser aplicado con brocha o rodillo.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

## **ANEXO 07: Ficha técnica CHEMALKACID**





Calidad que Construye

## Hoja Técnica CHEMALKACID

Recubrimiento epóxico de alta resistencia química.  
100% sólidos

VERSION: 01  
FECHA: 30/10/2017

**DESCRIPCIÓN** CHEMALKACID es un recubrimiento epóxico de dos componentes libre de solventes con alta resistencia química y mecánica, para uso industrial. Ideal para proteger superficies de concreto, metal y otros expuestas a ataques químicos.

**VENTAJAS**

- No contiene solventes.
- Alta resistencia química a ácidos, álcalis, grasas, sales, y algunos solventes comunes.
- Buen curado a bajas temperaturas.
- Excelente adherencia a diversos materiales de construcción.
- Alta resistencia al impacto y a la abrasión.
- Alta resistencia a la humedad.
- Fácil de aplicar con brocha, rodillo o plancha, tiene efecto autonivelante.
- Viene pre-dosificado.

**USOS**

- Como revestimiento de acabado y protección química de superficies de concreto, metal, madera, cerámicos y otros, como pavimentos, reservorios, silos de almacenamiento, piscinas, buzones, plantas industriales químicas o farmacéuticas, depósitos y conductos de hormigón destinados al contacto con agentes químicos agresivos, como ácidos, grasas, hidrocarburos, etc.
- Como revestimiento protector impermeable de tubos de desagüe.
- Como revestimiento protector de plantas depuradoras.
- Protección de contenedores de recuperación de aceite y de hidrocarburos.
- Como material de protección máxima contra la corrosión, desgaste por exposición a la intemperie del fierro y acero tratado con chorro de arena.
- Como revestimiento protector contra ácidos y aguas servidas.

### DATOS TECNICOS

Consistencia		líquida
Color	"A"	Resina pigmentada: Hueso y gris
	"B"	Catalizador: color ámbar
Acabado final de la mezcla		Brillante
Relación de mezcla		2A:1B
Densidad de la parte A		5.55-5.75 Kg/gal (varía según el color)
Densidad de la parte B		4.00-4.20 Kg/gal (varía según el color)
Viscosidad de la parte A*		3000-7000 cp
Viscosidad de la parte B*		115-125 KU
Espesor de película recomendado		6-10 mils seco (6-10 mils húmedo)
Temperatura de aplicación		5 a 35 °C
Tiempo de vida útil de la mezcla (pot life)		50 minutos*
Tiempo de secado al tacto (25°C/50%HR)		1 hora
Tiempo de secado al tacto duro (25°C/50%HR)		24 horas



Calidad que Construye

Hoja Técnica

# CHEMALKACID

Recubrimiento epóxico de alta resistencia química.  
100% sólidos

VERSION: 01  
FECHA: 30/10/2017

Resistencia a la temperatura	- 40 a 80 °C
VOC	0 g/L

\*Varía de acuerdo a las condiciones ambientales de aplicación y depende de la superficie a pintar.

TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA (periodo 10 meses por inmersión continua)			
Item	Medio de prueba	Concentración	Resistencia
1	Ácido acético cc	cc	-
2	Ácido acético	10%	(+)
3	Ácido acético	5%	+
4	Ácido cítrico	40%	+
5	Ácido cítrico	10%	+
6	Ácido cítrico	1%	+
7	Ácido clorhídrico	cc	(+)
8	Ácido clorhídrico	10%	+/-
9	Ácido fórmico	85%	-
10	Ácido fórmico	5%	+
11	Ácido fórmico	1%	+
12	Ácido láctico	88%	-
13	Ácido láctico	10%	+
14	Ácido láctico	5%	+
15	Ácido fosfórico	85%	(+)
16	Ácido fosfórico	50%	+
17	Ácido fosfórico	10%	(+)
18	Ácido nítrico	10%	+/-
19	Ácido oleico		+
20	Ácido sulfúrico	98%	+/-
21	Ácido sulfúrico	30%	(+)
22	Ácido sulfúrico	3%	(+)
23	Hidróxido de amonio	10%	+
24	Hidróxido de amonio	cc	+
25	Soda caustica	10%	+
26	Soda caustica	1%	+
27	Acetato de Cellosolve		(+)
28	Acetato de etilo		+
29	Acetona		(+)
30	Agua destilada		+
31	Agua potable		+
32	Alcohol etílico	95%	+
33	Alcohol etílico	50%	+
34	Gasolina		+
35	Kerosene		+
36	MEK		-
37	Metanol		+
38	Peróxido de hidrógeno	28%	+
39	Peróxido de hidrógeno	3%	+
40	Petróleo		+
41	Solvente N° 3		+



Calidad que Construye

## Hoja Técnica CHEMALKACID

Recubrimiento epóxico de alta resistencia química.  
100% sólidos

VERSION: 01  
FECHA: 30/10/2017

42	Toluol		+
43	Xilol		+
44	Hipoclorito de sodio	10%	+/-
45	Hipoclorito de sodio	5%	+/-
46	Cloruro de sodio	10%	+
47	Solución saturada de azúcar		+
48	Aceite de oliva		+
49	Aceite de transformador	motor	+
50	Glicerina	100%	+
51	DOP	100%	+
52	Aceite comestible		+
53	Carbonato de Sodio	2%	+
54	Carbonato de Sodio	20%	+
55	Solución de detergente		+

### Leyenda:

+	Es insensible al producto considerado
(+)	Solo resiste un contacto de corta duración
-	Se altera por el producto considerado
+/-	Es insensible al producto considerado, pero hay cambios de color en la película

### PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

#### Preparación de la superficie.

La superficie debe estar limpia, seca y libre de: polvo, grasa, pintura, papel, desmoldante, cera, hongos, partes sueltas o mal adheridas y otros contaminantes que puedan afectar la adherencia adecuada del producto.

En caso que la superficie presente hendiduras o huecos, nivelar con CHEMA REP, para evitar un consumo excesivo de material.

Para superficies nuevas, esperar mínimo 28 días después del vaciado. En caso de tarrajeo debe tener por lo menos 7 días.

Verificar que la superficie tenga rugosidad adecuada para la aplicación del producto, para un mejor resultado se recomienda realizar una imprimación previa con el mismo producto diluyendo 2/1 con SOLVENTE SC-EPOX.

Para aplicaciones sobre superficies de metal debe hacerse una limpieza con chorro de arena hasta observar metal blanco.

#### Preparación de la mezcla.

Mezclar ambos componentes por separado.

Verter la Parte B sobre la Parte A y mezclar manualmente o con un taladro a 350 rpm teniendo cuidado de formar la menor cantidad posible de aire.

Dejar reposar unos minutos antes de aplicar. Evitar hacer mezclas parciales de producto, con el fin de no caer en errores accidentales de dosificación que provocarían una total o parcial falta de endurecimiento de CHEMALKACID.

#### Aplicación.



Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMALKACID

Recubrimiento epóxico de alta resistencia química.  
100% sólidos

VERSION: 01

FECHA: 30/10/2017

Aplicar con brocha, rodillo o plancha de empastar dos capas de CHEMALKACID al espesor seco recomendado, dejando un acabado uniforme. Pasar rodillo de púas si fuera necesario para retirar el aire atrapado. Deje secar una a dos horas entre capas.

El tiempo de vida útil para la aplicación una vez mezclado varía de 45 minutos a 1 hora dependiendo de la temperatura del ambiente. Se debe preparar lo necesario a usar en este tiempo.

Proteger de la lluvia directa por lo menos durante 12 horas. Es transitable a las 24 horas.

### Limpieza.

Las herramientas y utensilios utilizados en la aplicación deben lavarse inmediatamente con SOLVENTE SC-EPOX.

<b>RENDIMIENTO</b>	Rendimiento teórico es: 5.3 m <sup>2</sup> /gal a 0.7mm de película seca. Rendimiento práctico: Considerar los factores de pérdida apropiados.
<b>PRESENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 1 gal: 2 componentes (Parte A: 2/3 de gal. + Parte B: 1/3 de gal)</li><li>- También se dispone de CHEMALKACID PISO en color gris.</li></ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	24 meses desde su fecha de fabricación, almacenado en su envase original, cerrado, en un lugar fresco, ventilado bajo techo.
<b>PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No utilizar CHEMALKACID sobre superficies húmedas.</li><li>- No diluir con disolventes o con agua.</li><li>- No aplicar en el supuesto de lluvia inminente.</li><li>- No utilizar con temperaturas inferiores a +5°C.</li><li>- No aplicar sobre soportes disgregados o con polvo.</li><li>- No aplicar en superficies expuestas a ascensión de humedad.</li><li>- El producto no debe ser mezclado con otros materiales distintos.</li></ul>

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.